普通高等学校“十二五”规划教材

现代设备管理

XIANDAI SHEBEI GUANLI

郭怡 编著

国防工业出版社
National Defense Industry Press

普通高等学校"十二五"规划教材

现代设备管理

郭 怡 编著

国防工业出版社

·北京·

内 容 简 介

现代设备管理将设备寿命周期全过程管理作为设备管理的主要内容。全书共分为八章,包括设备管理概述,设备设置阶段管理,设备维持阶段管理,设备合同管理,设备故障与诊断管理,设备磨损与润滑管理,设备档案管理,设备信息化管理等。

本书可作为高等院校机械设计制造及其自动化专业、设备工程与管理专业、工业设计专业方向学生的必修教材,也可作为机械类、近机类专业学生的选修课教材,同时也可供设备管理工程技术人员及参加注册设备类专业考试人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

现代设备管理/郭怡编著.—北京:国防工业出版社,2014.7

普通高等学校"十二五"规划教材

ISBN 978-7-118-09618-7

Ⅰ.①现... Ⅱ.①郭... Ⅲ.①设备管理-高等学校-教材 Ⅳ.①F273.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 155122 号

※

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100048)

天利华印刷装订有限公司印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 **印张** 6 **字数** 129 千字

2014 年 7 月第 1 版第 1 次印刷 **印数** 1—3000 册 **定价** 17.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)88540777 发行邮购:(010)88540776

发行传真:(010)88540755 发行业务:(010)88540717

前　　言

马克思说:“各种经济时代的区别不在于生产什么,而在于怎样生产、用什么生产资料生产。”生产工具的发展变化是社会生产力发展水平和生产力性质的最重要标志,也是划分经济发展时期的主要标志。不仅手工工具、简单的机械工具,即使是高度自动化的机器设备和自动化生产线也是生产工具,即生产设备。随着科学技术的发展和人类社会的进步,人们对现代化设备的需求和依赖程度越来越高。拥有现代化的设备,如何对其使用好、管理好、维修好,发挥其最佳的效能,这是“现代设备管理”课程研究的主要内容。

设备管理起源于事后修理和预防维修的管理模式。社会生产的不断发展和人们生活水平的逐渐提高,推动了设备技术自动化程度的不断提高,促使人们不断地探索新的设备管理体制方法。设备管理已发展成为一门独立的综合性学科,将设备寿命周期全过程的管理作为现代设备管理的主要内容。

设备寿命周期全过程的管理,体现了企业追求利益最大化,以期获得最佳的设备寿命周期效益。现代设备管理涉及多门学科,内容非常丰富。随着现代设备管理技术的广泛应用,设备管理理论必将继续深入开展下去,并不断完善。

现代设备管理是一门涉及工程管理、投资管理、工程技术、管理科学等多门学科知识的综合性学科。现代设备管理将设备寿命周期全过程管理作为设备管理的主要内容。全书共分为八章,包括设备管理概述,设备设置阶段管理,设备维持阶段管理,设备合同管理,设备故障与诊断管理,设备磨损与润滑管理,设备档案管理,设备信息化管理。本书可用于32~36学时的教学安排,可作为高等院校机械设计制造及其自动化专业、设备工程与管理专业、工业设计专业方向学生的必修教材,也可作为机械类、近机类专业学生的选修课教材,还可作为其他专业学生拓展知识的公共选修课教材,同时也可作为设备管理工程技术人员及参加注册设备类专业考试人员的参考用书。

本书在编写的过程中,参阅了国内和国外的有关资料,在此谨向有关作者深表谢意。本书的出版得到河南省自然科学基金研究项目(项目编号:132300410063)资助。

另外,由于设备管理技术继续发展,而编者水平有限,错误和不足之处在所难免,恳请读者提出批评和改进意见。

编著者

目　　录

第一章　设备管理概述

第一节　设备与设备管理

一、设备

物质资料的生产是人类社会存在和发展的基础。作为生产资料重要构成部分的生产工具对于生产力的发展有着特殊的作用。马克思说：“各种经济时代的区别不在于生产什么，而在于怎样生产，用什么生产资料生产。”生产工具的发展变化是社会生产力发展水平和生产力性质的最重要标志，也是划分经济发展时期的主要标志。不仅手工工具、简单的机械工具，即使是高度自动化的机器设备和自动化生产线也是生产工具，即生产设备。

所谓设备，就是为了组织生产，对投入的劳动力和原材料所提供的必需的、各种相关劳动手段的总称。在工业企业中，也指可供长期使用的机械和装置，并在使用中基本保持原有实物形态的物质资料的总称。

设备是社会创造物质财富的重要手段，是进行社会生产的物质技术基础，是现代生产力的重要标志之一。设备有各种类型。按生产中的用途，设备可以分为生产用设备和非生产用设备；按设计情况，可分为标准设备和非标准设备；按大型、重型、稀有的特点，可分为高精度、大型、重型稀有设备；按生产中的适用范围，可分为通用设备和专用设备；按设备的用途，可分为动力设备、金属加工设备、交通运输设备、工程设备、农业设备、轻工设备等。

二、设备管理

设备是社会生产力发展的重要标志之一，加强设备管理对提高企业乃至整个国家的生产技术水平和产品质量，降低消耗、保护环境、保证安全生产、提高经济效益，推动国民经济持续、稳定、协调发展有着非常重要的意义。

所谓设备管理就是根据企业的生产经营方针，从设备的市场调研开始，对有关设备的规划、设计、采购、制造、运输、安装、调试及试运行、使用、维修、改造和更新直至报废的全过程，相对应地进行一系列技术、经济、组织等活动的总称。设备管理是以设备的一生为对象，包括对设备的物质运动形态，即设备的规划、设计、制造、采购、安装、使用、维修、改造、更新直至报废，以及设备的价值运动形态，即设备的最初投资、维修费用支出、折旧、更新改造资金的筹措、积累、支出等的管理。

第二节　设备管理的重要性

设备管理在企业管理中占有重要地位。企业生产中的计划、质量、生产、技术、物资、能源和财务等管理，都与设备管理有关。

企业在生产活动中，把人、设备和原材料作为输入，进行组织和处理，生产出达到规定的质量和成本，满足交货期限、安全、环境、卫生和健康条件下的产出。通过定员管理、物资管理、设备管理达到实现生产管理、质量管理、成本管理、交货期限管理、安全、环境、卫生和健康管理的目的。无论产品的质量、产量、成本、交货期限还是企业的安全、环境、卫生和工人健康，无不被设备所左右，设备是影响企业经济效益的主要因素之一，在企业管理中举足轻重。

一、设备管理的目的和职能

(一) 设备管理的目的

设备管理的目的在于实现企业生产经营的目的。从设备管理在企业管理中的地位分析可知，企业生产经营的目的，在于提高劳动生产率，要减少投入、增加产出。作为设备管理的目的，在于如何达到设备寿命周期综合效率最高。所以设备管理的目的和企业生产经营的目的是一致的，即保证为企业的生产提供最佳的技术装备，使企业的生产经营活动建立在最佳的物质技术基础之上，以获得设备寿命周期费用最经济，设备综合效率最高。

设备管理是一项技术工作，也是一项复杂的经济工作和细致的组织工作。因此，设备管理工作要体现科学性、经济性和全员性。

设备管理的科学性，就是对设备的规划、设计、制造、使用、保养、维修、改造、更新等，要符合技术规律。

设备管理的经济性，就是尽可能以较少的投资和费用(采购费、使用费、维修费和改造费)，获得尽可能多的生产成果。

设备管理的全员性，就是组织全员参加设备管理。

(二) 设备管理的职能

设备管理的职能即计划、组织、培养、控制、监督。也就是各级设备管理者，通过合理地选择和配备人员，运用先进可行的计划和健全的组织，实行统一指挥和协调，并实行有效地监督，以达到设备管理的目的，实行设备管理的任务。

(三) 设备管理的任务

企业设备管理的主要任务是对设备进行综合管理，保持设备完好，不断改善和提高企业装备素质，充分发挥设备效能，取得良好的投资效益。

其主要任务包括以下方面。

1．保持设备完好

要通过正确使用、精心维护、适时检修使设备保持完好状态，随时可以适应企业经

营的需要投入正常运行，完成生产任务。设备完好一般包括：设备零部件、附件齐全，运转正常；设备性能良好，加工精度、动力输出符合标准；原材料、燃料、能源、润滑油消耗正常等三个方面的内容。行业、企业应当制定关于完好设备的具体标准，使操作人员与维修人员有章可循。

2．改善和提高技术装备素质

技术装备素质是指在技术进步的条件下，技术装备适合企业生产和技术发展的内在品质。通常可以用以下几项标准来衡量：①工艺适用性。②质量稳定性。③运行可靠性。④技术先进性(包括生产效率、物料与能源消耗、环境保护等)。⑤机械化、自动化程度。

改善和提高技术装备素质的主要途径，一是采用技术先进的新设备替换技术陈旧的设备，二是应用新技术(特别是微电子技术)改造现有设备。后者通常具有投资少、时间短、见效快的优点，应该成为企业优先考虑的方式。

3．充分发挥设备效能

设备效能是指设备的生产效率和功能。设备效能的含义不仅包括单位时间内生产能力的大小，也包含适应多品种生产的能力。

充分发挥设备效能的主要途径有：

(1) 合理选用技术装备和工艺规范，在保证产品质量的前提下，缩短生产时间，提高生产效率。

(2) 通过技术改造，提高设备的可靠性与维修性，减少故障停机和修理停歇时间，提高设备的可利用率。

(3) 加强生产计划。维修计划的平衡，合理组织生产与维修，提高设备利用率。

(4) 取得良好的投资效益。设备投资效益是指设备一生的产出与其投入之比。取得良好的设备投资效益，是以提高经济效益为中心在设备管理工作上的体现，也是设备管理的出发点和落脚点。

提高设备投资效益的根本途径在于推行设备的综合管理。首先要有正确的投资决策，采用优化的设备购置方案。其次在寿命周期的各个阶段，一方面加强技术管理，保证设备在使用阶段充分发挥效能，创造最佳的产出，另一方面加强经济管理，实现最经济的寿命周期费用。

二、设备管理的重要性

设备管理是一个重要的管理领域。加强设备管理，提高设备管理水平，能够为企业、教学和科研等单位建立正常的生产、教学和科研秩序，保证生产、教学和科研顺利地进行，创造必要的条件。尤其是工业企业的设备管理，其管理水平的高低，在很大程度上决定了产品的产量、质量和成本的高低，以及企业经济效益的好坏，在现代化生产条件下更是如此。随着现代化生产水平的不断提高，设备的性能更加优良，结构更加复杂，使用、维修等条件更加严格。并且，设备的投资越来越昂贵，设备的维修费用在产品中的比重越来越高，设备故障和事故给生产经营带来的损失也越来越严重。所以，如何加强设备管理，是摆在我们面前的一项迫切的重要任务。

企业生产四套连锁保证体系就是“以培训质量保证工作质量，以工作质量保证设备质量，以设备质量保证工艺质量，以工艺质量保证产品质量”。这里，产品质量是最终落脚点。员工的工作质量依靠不断的培训和学习；产品质量的保证依靠工艺质量；而工艺质量除了工艺的创新和进步之外，主要靠良好的设备质量来完成；设备质量靠的是员工的工作质量，包括设备的正确操作、合理维护保养及高质量的维修。

(一) 设备管理与产品的产量和质量有关

设备管理就是要使设备经常处于良好的技术状态，保持正常的生产，确保生产达到预定的产量、质量指标。生产设备在合理使用、维护保养、计划检修、定期检查和安全运行等任何一个管理环节出现问题，就会影响到产量或质量指标的完成。

如果生产设备技术状态不良，对一些投资和运转费用十分昂贵的大型、自动、连续型生产设备，不论是主机，还是其中某一子系统，在运行中就可能出现任何结构、性能、参数等方面处于不完好状态，导致产品质量的降低，造成重大的事故。

(二) 设备管理影响产品的成本

设备管理对产品成本的影响，包括产品的产量和质量，还有设备的维修费用、动力费用、燃料费用和润滑油脂消耗等费用。

加强设备维护保养，能有效地延长设备的使用寿命和检修周期，降低维修费用。

(三) 设备管理关乎安全生产

安全就是效益。企业生产中意外的设备、人身事故，不仅影响企业的生产，也使国家和企业遭受重大的经济损失，因而在实际生产中要有效地预防设备事故、保证安全生产、减少人身伤亡。避免设备、人身事故要做到：①机器设备和作业场所的防护、保险、信号、标志等安全装置齐全、完好；②危险部位做到有轮必有罩，有轴必有套，有洞必有盖，有台必有栏，有轧点必有挡板，有特危必有联锁；③特殊工种人员必须持操作证工作，无操作证人员不能独立操作；④不懂机器设备性能和操作规程不动；⑤设备作业环境情况不明不动；⑥处理故障机器不停稳不动；⑦非本人作业的机台不动。

(四) 关系设备所占生产资金

随着设备在工业生产中的地位和作业增大，以及现代化设备的不断发展和普遍采用，设备所占的资金在固定资产中的比例越来越高。用于备品备件占企业全部流动资金的增高。这两项资金加在一起就占企业全部生产资金的 70%，要提高企业的经济效益，就要提高自己的合理利用程度，那就是取决于设备经济管理环节是否达到了最佳水平，设备投资回收期是否最优、选型是否合理、设备完好率是否理想，以及设备装备是否适应、备件储存量是否合理、管理制度是否科学等。

第三节　现代设备特征

作为现代化生产的工具与手段，现代设备具有如下特征。

(一) 设备微型化及大型化

设备的容量、规模、能力越来越向两个极限发展。

案例 1

美国趣味科学网站报道：世界最小计算机问世。

研究人员最近展示了第一个完整的毫米级计算机系统，尺寸大概相当于 1 美分硬币上的字母“N”。

这台到目前为止最小的计算机是用于青光眼患者的、可植入体内的眼压检测仪原型。这台计算机连接其他计算机进而组成无线传感器，网络的关键部件是一台无需调频就能找到合适频率的小型收音机。

有朝一日，这些微小的计算机可能被用来跟踪污染情况、监视建筑物整体结构、执行监视任务，甚至能使几乎所有东西变得更智能和可跟踪。

这些肉眼几乎无法分辨的毫秒级计算机系统的出现遵循了贝尔定律的轨迹。

贝尔定律称大概每 10 年就会出现新一代更小、更廉价的计算机。对于每一代新的计算机，体积会缩小两个数量级，人均拥有的系统数量也会增加。这个定律一直被应验着：从 20 世纪 60 年代的大型计算机到 80 年代的个人计算机，再到 90 年代的笔记本电脑和新千年的智能手机。

在仅仅一个多立方毫米的空间里，该系统整合了一个功率极低的微处理器、一个压力传感器、内存、一块薄膜电池、一块太阳能电池和一个用于传输数据的无线收音机。

密歇根大学电子工程和计算机科学系教师丹尼斯·西尔维斯特说：“这是第一个真正的毫米级完备的计算机系统。”眼压检测仪的处理器是研究人员发明的第三代“凤凰”芯片，采用了独特的架构和极端的睡眠模式来实现超低功耗。

新系统每 15 分钟启动一次进行测量，每次平均消耗 5.3nW 的电力。它能储存一周内的信息。

案例 2

平顶山煤矿机械有限责任公司 2010 年为陕西煤化工集团研制生产的 ZY17000/32/70D 型最新型液压支架，是目前世界上工作阻力最大、采高最高的第一个成套(158 架)电液控制液压支架。该支架为两柱掩护式液压支架。其工作阻力为 17000kN；初撑力为 12364kN；支护高度 3200～7000mm；支架中心距为 2050mm；支护强度 1.46～1.53MPa；双伸缩立柱缸径ϕ500mm。采用电液控制系统，实现长壁工作面综采的全自动化控制，采煤效率极高，日出煤量 4 万余吨。

案例 3

“大麒麟”是对福岛第一核电站注水作业中大显身手的大型泵车的爱称。中国大型机械公司三一重工集团有限公司制造的这台泵车臂长 62m，可从 20 层楼高处进行注水作业。

(二) 高速化

设备的运转速度、运行速度、运算速度大大加快，生产效率提高。

案例 1

日本超级计算机再创速度纪录

《日本时报》网站报道日本神户的研究人员说，他们研制的一台超级计算机打破了自

己在先前创下的世界上运算速度最快的纪录。该计算机实现了每秒运算 1 亿亿次的性能目标。

由富士通公司和理化学研究所联合研制的这台超级计算机 2011 年 10 月初创造了每秒 1.16 千万亿次的纪录，从而锁定在全球超级计算机运算速度结果排行榜的榜首位置。研究人员称，最新的运算速度结果已经提交给世界排名机构，以便在 11 月 12 日开始的西雅图国际计算技术会议上予以宣读。

这台代号为“京”的超级计算机拥有大约 8.8 万个中央处理器。系统的最终配置是在今年 8 月份确定的，其软件目前正在进行调试，计划于 2012 年 6 月完成。预计该计算机将从 2012 年 11 月开始投入使用。

理化学研究所所长、曾获得诺贝尔化学奖的野依良治说：“‘京’计算机是国家的关键技术，将有助于奠定日本进一步发展的基础。因此，我很高兴它实现了(1 亿亿次的)重要目标，这证明了我们强大的技术力量。”

超级计算机的研制工作由日本文部省牵头，对该项目的拨款已经达到大约 1120 亿日元(约合 14 亿美元)。

案例 2

英国《新科学家》网站报道：超速光纤创造新的速率记录。

两个互相独立的研究小组报告称，通过单一光纤实现每秒传输超过 100 兆兆位信息，创下世界记录。这一速率足以在一秒钟内传输时长三个月的高清视频，或者 250 盘蓝光双面 DVD 碟片内容。

新泽西州普林斯顿 NEC 实验所的王挺(音)说，这标志着“光纤容量的一个关键里程碑”。

案例 3

美国英国《大众科学》网站报道：中国新型超级计算机开始测试。

目前，“天河”二号超级计算机开始向公共用户提供计算服务，与此同时其系统继续进行调试和微调。该计算机拥有从 1.6 万个计算节点获得的每秒 3.39 亿亿次浮点运算的峰值处理速度，其理论峰值处理速度则是每秒 5.49 亿亿次浮点运算。紧随其后的竞争者是美国橡树岭国家实验室的“泰坦”超级计算机。“泰坦”的运算能力为每秒 1.76 亿亿次浮点运算，仅为“天河”二号的一半左右。

两台超级计算机都对以科研为目的的公共使用开放，包括分子物理学、气候模拟以及天文学信号处理等。当然，这两台超级计算机背后的技术也可用于军事目的，包括核武器试验模拟和密码回译等。

据行业调查机构 TOP500 称，截至 2013 年 11 月，“天河”二号是世界上功能最强大的超级计算机。该系统是中国国防科技大学与信息技术制造企业浪潮集团合作的产物。它采用了数万枚英特尔公司的“至强”中央处理器和中国国产的 FT-1500 核心处理单元，与此同时，国防科大则开发了其使用的麒麟 Linux 编程语言。值得注意(而且与世界各地众多信息技术和防务项目不同)的是，“天河”二号是在 2013 年 12 月投入运行的，这比原计划的 2015 年大幅提前，而且据说其造价只有 3.9 亿美元。

鉴于其前所未有的处理能力，中国科学家仍在为“天河”二号寻找新的用途和使命献计献策。“天河”二号是中国自20世纪80年代开始的863科技计划的成果，该计划的目的是加速在材料科学、信息技术和航空等领域的研究。863计划的其他成果包括世界205台速度最快超级计算机中的62台、反卫星激光器及可再生能源等。

(三) 精密化

设备的精度越来越高。

案例1

美国《大众科学》报道：新型超敏感纳米传感器芯片能够感知任何物质。

一种新型传感器能够通过检测反射光来辨识小至分子大的物质，未来有可能使传感器用于爆炸物探测到癌症诊断等各个领域。

据普林斯顿大学的研究人员称，由美国国防部高级研究计划局出资研制的这种新型传感器采用了一个充满金属支柱的芯片来增强反射某物体的光信号，其敏感度要比以前所能达到的高10亿倍。

这对于拉曼散射原理的应用来说是一个重大突破，拉曼散射是通过检测某个物体反射的光来确定其分子的构成。数十年来，研究人员一直想分离出这些光的频率，但即便采用先进的实验方法也很难看到它们。

这种新型芯片采用金属支柱阵列，在其基座和顶部有许多小的窝洞，两侧各带有一群纳米点。所要研究的一个分子被放置在芯片上，一束纯净的单色光投射在分子上。这些窝洞捕获光后使其多次通过纳米点，不止一次地产生拉曼信号，其强度比以前的拉曼散射传感器大好几个数量级。

据领导该项研究的普林斯顿大学电子工程学教授斯蒂芬•周介绍，这种被称为D2PA的传感器制造简便且价格低廉。有关该芯片的研究报告发表在《光学快报》上。

拉曼散射在众多领域有着巨大的潜在用途，这项技术的突破可能将使其用途更为广泛。

斯蒂芬表示：“我们已研制出一种方法，能够大大增强经过整个传感器的信号，这可能将改变拉曼散射未来应用的前景。”

案例2

覆盖范围扩大　误差降至1米

美将测试新一代GPS卫星　美国《大众科学》月刊网站2012年12月15日报道题：准备测试新一代GPS卫星，精确到3英尺之内和室外。

在有消息披露苹果公司的新款iPhone 4S将通过俄罗斯的“格洛纳斯”全球导航卫星系统增强其现有的全球定位系统覆盖范围后，美国的卫星导航界人士也许感觉不爽了吧？美国准备从2014年开始发射新一代全球定位系统卫星。这是一项耗资55亿美元的升级计划的一部分。首颗样品卫星已经交付洛克希德·马丁公司进行测试。

这些被称为“布洛克”Ⅲ的新卫星将使美国的全球定位系统卫星群更加强大、可靠和精确。“布洛克”Ⅲ卫星将使定位误差降至3英尺以内。如果把信号增强还能增加穿透力并扩大覆盖范围，使处于树荫下或所谓“城市峡谷”中的地面接收机表现更精确，甚

至还能改善全球定位系统在室内的表现。

对军方有好处的，对你也有好处。掌握美国全球定位系统卫星群的是空军航天司令部，但上面提到的升级将用于民用全球定位系统。至于军方，将自行升级。一种被称为“M-密码”的新军用信号将更难干扰，为地面部队增加了一层安全性。这对全球定位系统的民间用户也有好处，因为一旦一颗卫星与其他卫星略有不同步之处，传输两种不同信号即能使错误修正更好地进行。

这是迄今为止我们民间人士所知道的一切，还有一个事实就是，五角大楼希望最终将32颗“布洛克”Ⅲ卫星送入轨道。事实上，美国和其他国家正致力于一种新的共用民用定位系统，你的导航仪可能会因此可以使用那些最胜任工作的卫星，而不用理会它们属于哪个国家。这意味着不仅美国的全球定位系统卫星群将得到升级，整个全球定位系统的表现也将大大增强。

案例3

美联社美国科罗拉多州博尔德2014年4月4日电

对于苛求准时的人士来说，这里有个好消息：美国国家标准与技术研究所(NIST)有了一座新的原子钟，其在3亿年内的运行误差仅为1s。

新原子钟于周四启用。它位于美国国家标准与技术研究所的博尔德中心内。美国的军用时间由海军天文台负责管理。

据报道，这座名为NIST F-2的新原子钟的精确度是先前的NIST F-1原子钟的3倍。美国国家标准与技术研究所计划在一段时间内同时运行这两座原子钟，并通过对比对它们进行改进。

银行、计算机网络及其他机构利用原子钟对他们自己使用的时间进行同步。每天大约有5000万台计时装置利用美国国家标准与技术研究所的无线电广播更新时间。该研究所的互联网服务每天接到大约80亿个自动同步时间的请求。

新原子钟的首席设计师、物理学家史蒂文•杰费尔兹说：“就精确度提高了两倍的时钟而言，这一切不会给我们明天的生活带来任何改变。但是这样的技术不断地被我们的社会所采用，因此我们不断发明新东西，以使它们运转得更为出色。”

这两座原子钟都使用铯原子来确定1s的确切长度。它们对铯原子中某种特定跃迁的频率——大约每秒振荡91亿次——进行测量，并以此来定义1s的长度。

一个关键的差异是旧原子钟是在26.6℃的温度下运行的，而新原子钟则被安放在大约-193℃的温度下。这种冷却环境可大大降低背景辐射，从而减少旧原子钟所存在的某些微小测量误差。

(四) 综合化和专业化

设备是各种专业技术知识应用的综合体现。

案例

“蛟龙”号深潜突破5000m，中国进入载人深潜技术先进国家之列

据介绍，“蛟龙”号此次突破5000m，代表了中国在海洋高科技领域的一种突破。这

次海试成功，意味着我们可以到达全球70%以上的海洋深处。

整个过程历时6个多小时，潜航员在5000m水深时对潜器水下各项功能进行了验证，多次进行坐底实验，同时拍摄到海底生物照片。此次下潜成功，为后续第三次下潜——开展海底观测和取样等水下作业奠定了良好基础。

据了解，深海潜水器可以分为带缆水下机器人、自主型水下机器人和载人潜水器等。深海潜水器、特别是深海载人潜水器，是海洋开发的前沿与制高点之一，其水平可以体现出一个国家结构、材料、控制、海洋学等领域的综合科技实力。

深海载人潜水器是人类探索深海奥秘的重要工具。它可以完成多种复杂任务，包括通过摄像、照相对海底资源进行勘查、执行水下设备定点布放、海底电缆和管道检测等。

在中国之前，世界上只有美国、日本、法国和俄罗斯拥有深海载人潜水器。这四个国家的载人潜水器最大工作深度均未超过6500m，经常下潜深度在5000m以内。

此次海试成功后，中国专家已经把目光聚集在打破世界纪录上。中国国家海洋局副局长王飞说："'蛟龙'号5000m海试的成功将为2012冲击世界纪录的7000m海试奠定基础。"

(五) 设备的自动化

设备和设备系统的自动化程度越来越高。

案例1

阿根廷《21世纪趋势》周刊网站报道：火车汽车交通手机指南问世。

德国夫琅禾费协会专家为手机和智能系统开发了一项新的应用技术，可作为欧洲城市汽车和火车服务系统的实时移动指南。该系统预计2012年投放市场。

这项创新新技术是夫琅禾费协会与另外8家交通和基础设施工业单位共同研究的成果。研究项目被命名为"聪明道路"，它包括完整的个人移动指南，所提供的信息远远超过单纯的公交时刻表。

一旦安装了"聪明道路"系统，就可通过手机登录该系统，选定目的地后系统就会告知用户距离他目前位置最近的火车站或汽车站，告诉他应该乘坐的车次。

研究人员介绍说，该应用系统会在地图上显示多条可用路线，包括路线经停站、换乘、交通工具、方向、车次抵达以及离开时间。

用户还可以改变交通方式或在任何一点进入新的目的地。由于对用户当前位置进行长期跟踪，"聪明道路"能够实时反应、处理变化的路线。

当用户在行进过程中出现提前到达或者延误时，系统也能进行综合处理。一旦发生事故影响了某选定路线，系统就会立即建议替换路线以节省时间。另一个非常好的功能是振动提示，可以用手机振动方式提醒用户已经到达目的地或者错过了某个标志点。

"聪明道路"通过GPS卫星导航，未来也将会与"伽利略"卫星导航系统结合。此外该系统还与公交企业的搜寻和定位系统连接，以便跟踪公交车辆运行状态。

案例2

美新型战场机器人亮相

美国《大众科学》网站2012年10月20日报道 伊拉克和阿富汗的战火渐渐平息，但承包商并未停止研制更大、更棒的作战机器人。如今，自动化军事硬件又添新成员——梅萨机器人公司的装甲作战工程师机器人(Acer)，它重达4500磅，能够扫雷、清障、发射无人机、排除爆炸物、充当小型坦克。

研制 Acer 的目的是向美国武装部队提供一款多用途伙伴机器人，该机器人能在战场派上各种用场，比如清理埋在地下的简易爆炸装置、运载装备、探查可疑区域以便使军人免于冒生命危险。它的与众不同之处在于“智力”。 Acer 由国防部高级研究计划局设计，其“行为引擎”使之具有较高程度的自主性。它可以自动跟随部队巡逻，完全自主地清理某个区域内埋在地下的爆炸物，并且安全地引爆，不会伤及部队及机器人自身。

它的吸引力大概就在于此。当初作为陆军“未来作战系统”计划——现已终止——的组成部分，Acer 的主要设计特征是采用一个前置的大型滚筒，把链条甩进前面的土里，挖掘和引爆埋在地下的爆炸物。这看起来很容易——Acer 穿行在雷区，炸弹在跟前引爆对它毫无影响，而你可以远远地通过视频看到这一切。在简易爆炸装置对部队构成主要威胁的地方，这简直太棒了。

除此之外，Acer 还有各式各样可交替使用的工具，用于炸弹的探测和处理，以及清理车道，并且拥有货运空间，可承载额外的装备，甚至可以发射它搭载的垂直起降无人机。可以说，Acer 正是陆军所需要的，或者说是它曾经需要的。

第四节 设备寿命周期理论

一、设备寿命周期的组成

设备的寿命周期是指设备从决策、规划、设计、制造、安装、调试和试运行、使用、维护、修理、改造和更新、调拨、调整，直至报废的全部过程。现代设备工程学将设备的寿命周期分为两大阶段，即设备决策与形成阶段(设备设置阶段)和设备使用与维护阶段(设备维持阶段)。

(1) 设备决策与形成阶段：设备从决策、规划、设计、制造、安装、调试和试运行，直至交付使用的过程。设备形成阶段也可再细分为设备决策阶段和设备形成阶段。

(2) 设备使用与维护阶段：设备从交付使用、维护、修理、改造和更新、调拨、调整，直至报废的过程。

二、设备寿命

设备寿命有多种解释，以下是部分设备寿命概念的解释。

(1) 设备物理寿命：也称为设备的自然寿命，是指一台设备从全新状态开始使用，直

到不能保持正常状态而被报废为止的全部时间过程。

(2) 设备使用寿命：指设备产生有用服务所经历的时期。一台设备在其物理寿命中，会经历多个使用寿命期。

(3) 设备技术寿命：指设备可能在市场上维持其价值的时期，即从设备开始使用，直至被技术上更为先进的新设备淘汰的时间过程。设备的无形磨损决定设备的技术寿命。

(4) 设备折旧寿命：指按照财税部门的规定把设备价值的余额折旧到接近于零时所经历的时间。

(5) 设备经济寿命：根据设备的购置或建造费用、使用费用和报废处置费用来确定的设备的寿命，通常指一台设备达到其最低的等值年成本或最大年均净收益的时期。设备经济寿命通常用于确定设备的最佳更新时期和最佳折旧年限。

三、设备寿命周期管理

设备寿命周期管理就是所谓综合管理以提高设备综合效率和实现寿命周期费用最佳化为目标。

设备管理中综合管理方法的科学性，主要体现在综合性管理的全过程，采取有效的控制手段，形成一个相互联系、相互衔接、相互协调的管理控制体系。应注意以下问题：

(1) 计划控制，克服盲目性。计划具有定向、指导和协调的作用。企业管理工作计划须有很强的针对性和可操作性，明确此项工作的目标、规模、速度和方式、方法，保障措施，以便合理组织人力、物力、财力。计划一旦付诸实施，应不折不扣、坚持执行，以保证检查、保养、维修各阶段的管理工作在计划范围内运行，达到实现计划之目的。

(2) 职责控制，强化恪守职责。在设备管理中，要职责分明，如果管理者没有强烈的职责意识，就会对设备存在的问题视而不见。所要明确设备管理部分，科室、班组的管理职责十分重要，必须结合企业实际，制定各级的具体职责。同时，还要采取多种形式，强化各级各类人员在其位谋其政、行其权、尽其责的意识，启动他们恪守尽职的内在动力。

(3) 制度控制，避免脱纲离谱。在设备管理中制度是做好设备管理工作的法规，只有一丝不苟地坚持制度才能避免“脱纲离谱”的随意现象。实践证明，把设备管理工作涉及到的设备管理和维修的原始记录数据管理、档案管理和定额标准及承包责任制述职、检查、考核、讲评等作为制度，在时间、内容、组织方法和标准上可以具体规定，并通过各层次狠抓落实，确保制度控制贯穿综合性管理工作的全过程，收效十分明显。

(4) 程序控制，实现分段取胜。任何一项管理活动总是要遵循一定的程序，设备管理工作亦然。后一次循环都是在前一次循环的基础上进行的，每循环一层管理工作的质量都有所提高，遵循这一要求，在设备管理工作中应抓住“部署—指导—检查—督促—讲评”5 个阶段，力求每个阶段都不断层、不空档，首尾相接，形成一个完整的动态控制，每周期中各阶段顺序不能颠倒。而且，某一周期没有达到预期效果，可以根据实际，重

新从控制的某一阶段依次反复，反复一次，提高一步，直至卓有成效地完成程序控制的全过程。

(5) 奖罚控制，产生推动作用。设备管理工作中赏罚不明和“秋后算账”的做法，不仅不利于激发管理者的进取精神，还会挫伤积极性。我们要从管理工作“注重实效”、“注重长远”的实际出发，“论功行赏”。

设备管理工作尤其自身的规律性，需要科学的态度、可操作性强的措施和不断强化的管理手段，才能收到好的效果。

第五节　设备管理的发展阶段

设备的管理工作随着工业生产的发展，设备现代化水平的提高，设备在现代大生产中的作用与影响日益扩大，设备也得到了相应的重视和发展。

纵观其发展过程，大致可以分为四个阶段。

一、事后维修阶段

资本主义工业生产刚开始时，由于设备简单，修理方便，耗时少，一般都是在设备使用到出现故障时才进行修理，这就是事后维修制度，此时设备修理由设备操作人员承担。

后来随着工业生产的发展，结构复杂的设备大量投入使用，设备修理难度不断增大，技术要求也越来越高，专业性越来越强，为了便于管理和提高工效，建立相应的设备维修结构，并制定适应当时生产需要的最基本管理制度。

二、设备预防维修管理阶段

1925 年前后，美国首先提出了预防维修的概念，对影响设备正常运行的故障，采取“预防为主”、“防患于未然”的措施，以降低停工损失费用和维修费用。主要做法是定期检查设备，对设备进行预防性维修，在故障尚处于萌芽状态时加以控制或采取预防措施，以避免突发事故。

预防维修比事后修理有明显的优越性。预先制定检修计划，对生产计划的冲击小，采取预防为主的维修措施，可减少设备恶性事故的发生和停工损失，延长设备的使用寿命，提高设备的完好率，有利于保证产品的产量和质量。

三、设备系统管理阶段

随着科学技术的发展，尤其是宇宙开发技术的兴起，以及系统理论的普遍应用，1954 年，美国通用电器公司提出了“生产维修”的概念，强调要系统地管理设备，对关键设备采取重点维护政策，以提高企业的综合经济效益。

20 世纪 60 年代末期，美国企业界又提出设备管理“后勤学”的观点，它是从制造厂作为设备用户后勤支援的要求出发，强调对设备的系统管理。设备在设计阶段就必须

考虑其可靠性、维修性及其必要的后勤支援方案。设备出厂后，要在图样资料、技术参数、检测手段、备件供应以及人员培训方面为用户提供良好的、周到的服务，以使用户达到设备寿命周期费用最经济的目标。

日本首先在汽车工业和家电工业提出了可靠性和维修性观点，以及无维修设计和无故障设计的要求。

至此，设备管理已从传统的维修管理转化为重视先天设计和制造的系统管理，设备管理进入了一个新的阶段。

四、设备综合管理阶段

体现设备综合管理思想的两个典型代表是“设备综合工程学”和“全员生产维修制”。

由英国 1971 年提出的“设备综合工程学”，是以设备寿命周期费用最经济为设备管理目标。

20 世纪 70 年代初期，日本推行的“全员生产维修制”，是一种全效率、全系统和全员参加的设备管理和维修制度。它以设备的综合效率最高为目标，要求在生产维修过程中，自始至终做到优质高产低成本。

在设备综合管理阶段，设备维修的方针是：建立以操纵工点检为基础的设备维修制；实行重点设备专门管理，避免过剩维修；定期检测设备的精度指标；主要维修记录和资料的统计及分析。

综合管理是设备管理现代化的重要标志。随着经济体制改革的不断深入和科学技术的进步，我国设备管理工作受到各级部门以及工矿企业的高度重视，起步直追，并正朝现代化的方向发展。

复习思考题

1. 什么是设备？什么是设备管理？
2. 设备管理的重要性表现在哪几个方面？
3. 现代设备的重要特征是什么？
4. 设备寿命周期由哪几个阶段组成？
5. 设备管理包括哪几个发展阶段？

第二章　设备设置阶段管理

设备的寿命周期是指设备从决策、规划、设计、制造、安装、调试和试运行、使用、维护、修理、改造和更新、调拨、调整，直至报废的全部过程。现代设备工程学将设备的寿命周期分为两大阶段，即设备决策与形成阶段(设备设置阶段)和设备使用与维护阶段(设备维持阶段)。

第一节　设备的决策与规划管理

设备的决策与规划是设备整个寿命周期过程中的初始阶段。在这一阶段中，企业决策者应从两方面选择所需的设备方案：一是设备实物形态的性能和结构方案，或称技术方案；二是设备固定资金运动形态的投资方案，或称经济方案。

随着科学技术的发展，企业为了追求更大的效益，生产规模越来越大，所用的设备日趋大型、精密、复杂，固定资产所占的比重日益增大，设备的使用维修费用在产品成本中占了很大份额。

对于设备的决策与规划，起决定性作用的因素是企业的目标，在多长的时间内，以多大的规模，用什么工艺过程，生产什么样的产品，获取多少利润。简单来说，就是产品的生产目标和企业的利润目标。这里既包括了它们的绝对量(产量、产值、利润等)，也包括了它们的相对量(生产率、资金利润率等)，并以此为依据去决定设备的技术方案(工艺方法、设备种类、型号、数量、可靠性、维修方式、改造和更新方案等)，以及设备的经济方案(投资、折旧、经济寿命、更新决策等)。

任何一个企业目标都不会只有唯一的设备方案，因此，在设备规划阶段应进行各种方案的技术经济评比，择其最优者。调查研究、方案罗列、方案评比及优化、方案的决策和实施，以及在实施中继续修改和完善方案，这就是设备规划的一般过程。反映这一过程的文件是设备方案的可行性研究报告，它是整个企业投资项目可行性研究的一个重要组成部分。

决策是指为了达到预期目标，运用科学技术、理论、方法对各种备选的方案进行优选抉择，并将抉择的方案付诸实施的系统分析过程，是系统工程方法论的具体化与延伸。

决策与规划是设备管理的核心环节，直接关系设备最终成果能否取得。决策是程序化的，一般包括问题的提出、分析问题、解决问题等几个阶段构成的完整的活动过程。其程序是：

(1) 提出决策问题。包括信息集成、状态描述、分析研究。

(2) 决策目标确定。包括项目内约束(规模、投资、产量、数量)、项目外约束(安全、环保、能耗)。

(3) 可行方案制定。包括期望值测算、建参数模型。

(4) 可行方案评价优选。包括可行性分析、优化与抉择。

(5) 方案抉择与完善。

(6) 方案成果。

案例

英国《金融时报》报道：进军钻探船生产等新业务领域，现代重工“转舵”甩开中国同行。

由于常规船只生产订单严重不足，而且来自中国的竞争日趋激烈，现代重工不得不进行彻底改造，重新规划，通过涉足近海采油设施、风力涡轮机、太阳能和发电站等新领域来实现业务多元化。

2011 年预计造船部门的收入将为 240 亿美元。这在公司的所有收入中仅占 35%。而 5 年前造船部门的收入在总收入中占据 58%。

现代重工正试图在中国难以参与竞争的领域开展业务。它计划到 2016 年把近海设施生产的年收入从 35 亿美元提升到 80 亿美元。没有多少分析家认为，大型石油企业会委托缺乏经验的中国造船企业建造耗资数十亿美元的近海石油开采和天然气生产设施。

但是现代重工的努力也遭遇了挫折。巴西渴望支持本国技术，它没有像韩国人希望的那样发出有关钻探设施和近海能源生产用船的巨额订单。

不过负责造船部门的副总裁崔衡莱(音)强调说，现代重工收购了巴西造船商 OSX 公司 10%的股份，以建立一个近海设施联合制造厂。

他又说，巴西石油公司近海投资的规模意味着，它最终不得不将钻探船外包给现代重工生产。

钻探船的订单正在增加。仅 1 月份，现代重工就收到了 16 亿美元的订单以生产 3 艘钻探船。

韩国造船企业预计，国际石油企业将很快希望建造大规模近海能源开采设施以生产液化天然气。

分析家几乎都认可现代重工放弃常规船只生产这一发展轨道的做法。该企业的管理人员认为，散装干货船和油轮的订单在三年之中不会恢复。

尽管投资者支持现代重工的业务多元化，崔衡莱坚持说，韩国造船企业在一些常规部门依然处于优势地位，足以迎接中国的竞争。虽然散装干货船市场还不景气，但他依然期望获得大型集装箱船的订单。

崔说，仅仅认为韩国对中国保持了技术上的优势是不对的。他说，中国现在同韩国的竞争更加势均力敌，因为中国造船企业在 2003—2008 年的繁荣期获得了长足发展。崔说：“这不是一个特殊的高科技行业。任何国家都能造船。问题在于，它们能高效地建造它们并在最后期限之前交货吗？”

第二节　设备设计管理

设备设计方法对机械产品的性能有决定作用。一般来说，可把设计方法分为正向设计和反向设计，反向设计也称反求设计。正向设计的过程是首先明确设计目标，然后拟定设计方案，进行产品设计、样机制造和实验，最后投产的全过程。正向设计方法可分为常规设计方法(又称传统设计方法)、现代设计方法和创新设计方法。它们之间有区别，也有共同性。反向设计的过程是首先引进待设计的产品，以此为基础，进行仿造设计、改进设计或创新设计的过程。

一、设备正向设计

(一) 常规设计

常规机械设计是依据力学和数学建立的理论公式或经验公式为先导，以实践经验为基础，运用图表和手册等技术资料，进行设计计算、绘图和编写设计说明书的设计过程。一个完整的常规机械设计主要由下面的各个阶段组成：

(1) 市场需求分析。本阶段的标志是完成市场调研报告。

(2) 明确产品的功能目标。本阶段的标志是明确设计任务书。

(3) 方案设计。拟订运动方案，通过对设计方案的选择与评价，最后决策确定出一个相对最优方案是本阶段的工作标志。

(4) 技术设计阶段。技术设计是机械设计过程中的主体工作，该阶段的工作任务主要包括机构设计、机构系统设计(含运动协调设计)、结构设计、总装设计等，该阶段的工作标志是完成设计说明书和全部设计图的绘制工作。

(5) 制造样机。制造样机并对样机的各项力学性能进行测试与分析，完善和改进产品的设计，为产品的正式投产提供有力证据。

常规机械设计方法是应用最为广泛的设计方法，也是相关教科书中重点讲授的内容。如机械原理中的连杆机构综合方法、凸轮廓线设计方法、齿轮几何尺寸的计算方法、平衡设计方法、飞轮设计方法以及其他常用机构的设计方法等都是常规的设计方法。

(二) 现代设计

相对于常规设计，现代设计则是一种新型设计方法，其在机械设计过程中的优越性日渐突出，应用日益广泛。

现代设计是以计算机为工具、以工程设计与分析软件为基础、运用现代设计理念的新型设计方法。与常规设计方法的最大区别是强调运用计算机、工程设计与分析软件和现代设计理念，其特点是产品开发的高效性和高可靠性。

现代设计的内容极其广泛、可运用的学科繁多。计算机辅助设计、优化设计、可靠性设计、有限元设计、并行设计、虚拟设计等都是经常运用的现代设计方法。

现代设计方法具有很大的通用性。例如，优化设计的基本理论不仅可用于机构的优化设计、机械零件的优化设计，而且可用于电子工程、建筑工程等许多领域中。因此，

通用的现代设计方法和专门的现代设计方法发展都很快。比如，优化设计与机械优化设计、可靠性设计与机械可靠性设计、计算机辅助设计等并行发展，设计优势明显，应用范围日益扩大。

现代设计方法强调运用计算机、工程设计与分析软件和现代设计理念的同时，其基本的设计工程仍然是运用常规设计的基本内容。所以在强调现代设计方法的时候，切不可忽视常规设计方法的重要性。

ADINA、NASTRAN、I-DEAS、Pro-E、UG、Solid Edge、Solid Works、ADAMS 等都是常用的工程设计分析应用软件。

(三) 机械创新设计

常规性设计是以运用公式、图表为先导，以成熟技术为基础，借助设计经验等常规方法进行的产品设计，其特点是设计方法的有序性和成熟性。

现代设计强调以计算机为工具，以工程软件为基础，运用现代设计理念的设计工程，其特点是产品开发的高效性和高可靠性。

创新设计是指设计人员在设计中发挥创造性，提出新方案，探索新的设计思路，提供具有社会价值的、新颖的而且成果独特的设计成果。其特点是运用创造性思维，强调产品的独特性和新颖性。

机械创新设计是指充分发挥设计者的创造力，利用人类已有的相关科学技术知识进行创新构思，设计出具有新颖性、创造性及实用性的机构或机械产品(装置)的一种实践活动。它包含两个部分：从无到有和从有到新的设计。

机械创新设计是相对常规设计而言的，它特别强调人在设计过程中，特别是在总体方案、结构设计中的主导性及创造性作用。

一般来说，创新设计时很难找出固定的创新方法。创新成果是知识、智慧、勤奋和灵感的结合，现有的创新设计方法大都是根据对大量机械装置的组成、工作原理以及设计过程进行分析后，进一步归纳整理，找出形成新机械的方法，再用于指导新机械的设计中。

(1) 设备的设计期。

设备的设计期是对实现设备期望功能与价值匹配的性能参数及实体结构设置与优化，以及对设备相关要素的参数设置与优化，并以数据与图表或模型、仿真等形式呈现或演示的工作阶段的总称。设备的设计包括技术原理方面、实现工艺方面、经济方面、管理方面、工作方面等多层面的原理方案、目标参数、实体结构、工作结构等的初步构想、分析验证、修改调整、最终确认与呈现。设备的设计期应当为设备的剩余生命周期提供“全景蓝图”，为设备的成形与呈现能无偏差或最小偏差地吻合设备项目成立时提出的期望值制订完美的、高清晰的、最佳的“图景”与“途径”。

(2) 设备设计过程。

设备的设计过程，可以扩展到研究与开发过程，一般包括设备的功能设计、结构设计、材料选择、工艺设计、机电设计、投资估算、方案优化与评价等工作。设备的设计工作可以由业主或制造厂商通过招标方式委托设计单位进行，也可以由某些具有专利技

术和专有技术的技术设计商提供相应的设计服务，还可由制造厂商自己进行。

设备的设计包括初步设计、技术设计和工作图设计。

(1) 初步设计，又称方案设计，它是决定设备概念质量的基础。初步设计的任务是：进行设备总体方案的构思；确定设备的原理、结构、总体布局和系统配置；提出设备性能、精度和寿命方面的总体质量指标以及设备外观及装饰要求等内容。在初步设计过程中，还要进行设备技术质量水平分析，有时还需要进行一些应用性的先行试验(如对零部件的试验)，为设备的技术设计奠定基础。

初步设计要编制技术任务书，它是技术设计和工作图设计的依据。初步设计完成以后，要进行设计评审，其主要任务的评审初步设计满足用户或市场对设备适用性需要的程度。这是一次很重要的设计评审。对于复杂设备，有时进行多次初步评审。

(2) 技术设计，要完成设备原理、结构、系统、参数等方面的一系列的比较、计算、验证、复核、优化工作。技术设计是把设备概念质量转化为设备规范质量的关键环节。一旦出了纰漏，就会造成重大损失，甚至导致设备开发设计的全面失败。技术设计完成之后，要进行设计评审，认真地进行复核和评价工作。国外的许多公司对采用计算机辅助设计完成的技术设计，甚至还要采用另外的计算机系统变换计算方法，用不同的程序来进行计算结果的复核，以评价技术设计的可靠程度。

(3) 工作图设计，是在初步设计或技术设计的基础上将设备概念质量转化为设备规范质量的关键步骤。在这一程序中要完成设备装配图、部件图、零件图的设计，还要完成包装图、安装基础图的设计，同时也要完成外购配套件、标准件、材料等各种明细表编制。除此之外，要进行设备质量特性重要性分级。总之，工作图设计要完成开发设备的全套图样和技术文件。

设备的设计过程具有系统性强、工艺特征明显、边界范围苛刻、设计计算及分析过程复杂且工作量大、涉及专业及人员多、设计结果对设备及工程投资影响大的特点。

案例 1

2011 年 7 月 23 日 20 时 30 分 05 秒，甬温线浙江省温州市境内，由北京南站开往福州站的 D301 次列车与杭州站开往福州南站的 D3115 次列车发生动车组列车追尾事故，造成 40 人死亡、172 人受伤，中断行车 32 小时 35 分，直接经济损失 19371.65 万元。

国务院事故调查组按照科学严谨、依法依规和实事求是的原则，通过周密细致的现场勘察、检验测试、技术鉴定、调查取证、综合分析和专家论证，查明“7•23”甬温线特别重大铁路交通事故的原因之一是：列控中心设备存在严重设计缺陷。通号设计院在未全面了解 LKD1-T 型列控中心设备升级平台研发过程、进度的情况下，仅凭其所属的列车自动控制研究所(以下简称列控所)负责人口头汇报，即同意启动升级平台研发工作；对列控中心设备研发设计审查不严，未能保证提供的信号产品达到“故障导向安全”的根本要求。通号设计院列控所草率研发 LKD1-T 型列控中心设备，未组织正式的研发设计团队，研发工作管理混乱；对设备研发设计过程管理控制不严格，未对列控中心设备开展全面评审，也未进行单板故障测试，未能查出列控中心设备在故障情况下不能实现导向安全的严重设计缺陷。

案例 2

美国《洛杉矶时报》网站报道：致命设计问题困扰美最昂贵的战斗机。杰夫•黑尼上尉驾驶着他的 F-22“猛禽”战斗机返回基地，飞机以每小时 1000 英里的超声速划破寒冷的阿拉斯加夜空。突然，情况开始变得糟糕起来。

未抵御严寒的侵袭，这位空军飞行员身上裹着密不透风的防寒服。在大约 38400 英尺(约 11700m)高空，他往后拉动手中的操纵杆，想让飞机爬高。接着黑尼便眼睁睁看着自己的飞机失去控制。

他从夜视镜中看到一盏警示灯发出了绿光，提示他飞机的某个部分存在过热。几乎就在同一时间，这架 F-22 战斗机上的计算机检测到发动机室有一处漏气，并开始自动关闭各种各样的系统——其中包括主供氧系统。

黑尼一边喘着粗气，一边收起油门，开始降低飞机高度，朝下面白雪覆盖的山谷飞去。大约 35s 之后，黑尼的飞机开始垂直翻滚。他无法让飞机恢复正常。就在安克雷奇以北的塔尔基特纳山区，31 岁的黑尼坠机身亡。

此次飞机失事是洛克希德 • 马丁公司充满争议的 F-22 战斗机所遭遇的有一段惨痛经历。它采用的发动机代表了最高技术水平，具有可以上下移动的推力矢量喷嘴，从而能使飞机获得身轻如燕的灵活性。空军称，这种飞机对于保持美国在全世界的空中优势是必不可少的。作为军方最昂贵的飞机，F-22 持续不断地遭遇设备设计(尤其是供氧系统)存在的问题。

案例 3

1937 年丰田汽车公司成立，19 年突破 1 亿辆；韩国现代汽车 1975 年创立，1993 年挤入汽车世界品牌；1999 年丰田偷偷拆卸第一台现代汽车，将现代每个零件品质与价格作了比较，发现现代在装配和某些零部件方面追上了丰田，丰田总裁开始了以向现代学习控制成本、节约费用为名推动比较质量和价格活动，进行了一轮又一轮成本削减工作。各工厂从设计、生产、采购和固定费用入手，将制造人数和供应链缩短，提升零部件生产的设备利用率。这让丰田 170 个主要配件购买成本配件削减 30%，在四年时间节约成本费 1 万亿日元。2004 年丰田再次拆卸现代汽车，并于次年再次实施一次“原价改善”活动，以系统的理念来对待每一个零部件，要求它们更轻、更小、构成成分更少，进一步降低成本，通过一系列“手术式”的革命，丰田逐步在成本方面缩小了与现代的差距，并最终确立自己独特的优势，在世界市场赢得更大竞争力。在过去十年，丰田海外基地增加了 17 个，海外产量增加 1 倍，其间又利用规模优势，继续压低零部件采购价格，击败一个个对手。就在其成本方面暗自得意时，发生了大批消费者抱怨其丰田汽车质量下降，销售形势急剧下滑，在 2008 年出现 70 年首度亏损。其“质量至上”观念被“成本至上”观念取代，其赖以为生的绝对质量(设计、制造等)优势逐渐被低成本附属消耗，最后陷入质量泥沼。2009 年，因质量问题召回 1000 万辆，后又有“脚垫门”、“踏板门”和“转向门”事件，丰田遭受了巨大损失。丰田因汽车成本质量控制超越对手，终因设计质量缺陷导致溃败。

案例 4

日本《外交学者》杂志网站报道：美军未来战机设计另辟蹊径。

虽然当前这一代先进战斗机的前景尚不明朗，但是美国空军已经着手研制下一代战机，预计在 2030 年后投入使用。

这种新型战机可能代表着世界头号空军力量在战机设计方面的新思路。今天强调的规避雷达可能让位于更加重视节能，这反过来会推动新式武器和其他能力的开发。鉴于此，空军首席科学家马克•梅伯里将新型战机称为“多电飞机”。

专门为空战设计的 F-22 战斗机每架耗资 3 亿多美元。F-35 战机稍微便宜一点。这两种战机都出现了机械问题。一起可能与 F-22 机上氧气制造系统有关的毁灭性坠机事件发生后，F-22 机群目前都已停飞。而 20 多架 F-35 战机也因为内部发电机有问题而停飞。

空军研究实验室正在研制一种新型的飞机电气基础系统，在某种程度上仿效了民用混合动力汽车的设计。装有混合型电气系统的飞机将不需要当前飞机所使用的体积大、反应迟钝的液压系统，而且可能更加高效。

为了给“多电飞机”的电气系统提供动力，空军研究实验室正在研制一种新型的喷气发电机。这种先进的推进系统是这种新型战斗机的另一个研究项目。这将是一种“联合循环”发电机，不管是低速巡航还是高速飞行，其效率都一样——而这对今天的发电装置来说是不可能做到的。除了新的电气系统带来的优势，高效的联合循环发动机可能在性能和效率上也有提高。

案例 5

空客承认 A380 存在设计缺陷

路透社巴黎 2010 年 1 月 25 日空中客车公司 25 日承认，A380 飞机存在制造和设计上的缺陷，因而导致多架客机机翼出现裂缝。但该公司又坚持说这种世界上最大的客机可以安全飞行。

空中客车公司的一位高层官员说，该公司已找到针对部分机翼出现裂缝问题的解决方案。因裂缝问题，欧洲安全监管部门上周下令进行强制性安全检查。

空中客车公司证实，在最新的机翼检查中他们发现了更多的裂缝，但拒绝在本周五第一阶段检查结束的最后期限前透露更多情况。

空客公司项目执行副总裁汤姆 • 威廉姆斯说，造成裂缝的原因是某些机翼选用的铝合金以及制造过程的两个阶段中所施加的压力。

在陆续发现了两种类型的机翼裂缝之后，欧洲相关部门已下令对近 1/3 的在役 A380 客机进行安全检查。

据业内人士透露，在被检查的 A380 客机中，至少有一架的机翼也发现了类似的裂缝。

空中客车公司的官员说，大部分被检的客机可能都会出现第二种也就是更明显的那种裂缝的迹象，不过他们会在这些变成潜在的危险之前就找到技术解决方案。

该公司没有说明哪些航空公司在检查中发现了客机的问题，但目前焦点可能会集中

到新加坡航空公司身上，因为该公司说，在第一阶段针对使用最频繁的飞机的检查中，有 6 架客机正在接受检查。

二、设备的反求设计

把别的国家的先进科技成果加以引进，消化吸收，改进提高，或进行创新设计，进而发展自己的新技术、开发新产品，这种发展民族经济的捷径称为反求工程。

第二次世界大战后的日本经济复兴就得益于开展反求工程。日本在引入技术的同时，没有盲目地仿造，十分注意对反求工程的研究，对先进技术进行消化、吸收和国产化。

(一) 反求设计

反求设计是对已有的产品或技术进行分析研究，掌握其功能原理、零部件的设计参数、结构、尺寸、材料、关键技术等指标，再根据现代设计理论与方法，对原产品进行仿造设计、改进设计或创新设计的过程，称为反求设计。反求设计已成为世界各国发展本国科学技术、开发新产品的重要设计方法之一。

反求设计一般有三种形式：

(1) 仿造设计。完全按照引进的产品进行设计，制造的产品与引入产品相同。一些技术力量和经济力量比较薄弱的厂家且引进的产品相对先进时，常采用仿造设计的方法。

(2) 改进设计。在对原产品分析研究的基础上，进行局部的改造性设计，其性能与特征基本上同原产品，但局部性能有所改善。我国的大部分厂家都采取了这种反求设计。

(3) 创新设计。以原产品为基础，充分运用创新的设计思维与创新技法，设计、制造出优于原产品的新产品。反求工程中的创新设计是我国及其他发展中国家目前大力提倡的方法。

(二) 反求设计一般过程

①功能分析与测试，进行机械功能的反求；②原理方案分析，进行设计方案的反求；③设备分解，进行装配工艺的反求；④零件测绘，进行制造工艺的反求；⑤绘制草图，进行尺寸、公差、材料反求；⑥制造样机。

案例 1

逆向工程——“蓝色大脑”工程欲解人脑谜团

据瑞士资讯网站报道：基于人脑原型构建一个人工大脑，以了解人脑这一奇妙机器的运转机制与失灵的原因——这正是“人脑项目”面临的挑战。

“这是欧洲在人脑研究领域取得领先的大好机遇”，瑞士洛桑联邦理工学院人脑项目实验室负责人亨利•马克兰姆肯定地表示。

自 2005 年以来，马克兰姆就已经与其合作者一起从事名为“蓝色大脑”的人工大脑研发工作。这一人工大脑尽量在技术允许的范围内趋近于生物大脑。研究使用的是“逆向工程”方式：科技人员从已存在的对象出发，尝试为其绘制蓝图，而非在构建之前就先设计好对象。

科研人员从最基本的构件开始：先是构成细胞的蛋白质，再是传输信息传输的神经胶质细胞，还不能忘记这些传输信号。所有这一切都是根据从活体采集的资料，再进行

虚拟重组。

通过模拟实际情况，为其配给药物或新的虚拟分子，并不断通过最新知识加以补充和回到它的生物原型，人脑项目的科研人员计划将他们的机器变成了解人脑的终极工具。

案例2

据法尔斯新闻社报道：美国高级指挥官承认伊朗有能力仿造高技术无人机。

美国空军参谋长诺顿•施瓦茨承认伊朗有能力从本月早些时候击落的美国高技术隐身无人机中提取出情报和信息，并通过逆向工程技术仿制出类似的飞机。

据日本《外交学者》网站报道：美忧中国逆向工程复制隐身无人机。

美国的一架 RQ-170 隐身无人机在伊朗东北上空失踪，令人怀疑这架“无人驾驶飞行器”会不会最终落入中国人手中。接触到 RQ-170 隐身无人机将使中国得以通过逆向工程，将关键技术植入自主研发的飞行器，并研究出令美国隐身无人机和有人驾驶飞机更难以在中国附近获得的反制手段。

美国国防大学研究报告，报告中回顾了中国军事航空工业的发展史，并列举了大量实例，证明接触外国飞机设计和逆向复制零部件是如何帮助中国提高其航空技术能力的。在 1960 年中苏关系破裂后，中国曾利用逆向工程手段填补了技术空缺并改进了苏联的老旧设计。通过第三方接触到受限制的美国飞机和航空技术，也为中国提供了运用逆向工程的机会。一个经常被引用的例子是中国凭借与巴基斯坦的密切关系接触到了 F-16 战机。

例如，中国的歼-10 多用途战机就使用了能够提供高强度和低重量的合金以及合成材料。通过逆向复制俄罗斯的苏-27 战机，中国研制出了自己的第四代战机歼-11B，其中特别强调系统的国产化。2011 年 1 月首次试飞的歼-20 隐身战机的面世，则证明中国有能力将隐身技术纳入新机型的设计中。

第三节　设备采购管理

一、设备采购应遵循的原则

设备的采购，是指通过技术上与经济上的分析、评价和比较，从可以满足相同需要的多种型号、规格的设备中选购最佳者的决策。设备无论是从外厂购进的，还是企业自行制造的，设备采购都是十分关键的。企业中有些设备本身并无毛病，但长期不能发挥作用，往往是设备选型不当造成的。因此，合理地选择设备，可使有限的投资发挥最大的技术经济效益。

设备采购应遵循的原则是：

(1) 生产上适用。是指选择的设备适应企业现产品和待开发产品生产工艺的实际需要。只有生产上适用的设备才能发挥其投资效果，创造出高效益。

(2) 技术上先进。它以生产适用为前提，以获得最大经济效益为目的。既不可脱离我国的国情和企业的实际需要而一味追求技术上的先进，也要防止选择技术上落后的设备

投入生产而低效率地运转。

(3) 经济上合理。是指所选择的设备应是经济效果最佳的设备。

实际上，通常将生产上适用、技术上先进和经济上合理三者统一权衡。

二、影响设备采购的因素

设备采购的依据是企业为生产产品的工艺要求。设备采购重点要考虑设备的使用性、经济性、可靠性和可维修性等。

1．设备的使用性

设备的使用性包括：设备要满足产品生产工艺的技术要求，设备的生产率，与其他系统的配套性、灵活性，及其对环境的污染情况等。

2．设备的经济性

选择设备时，既要使设备的购置费用不高，又要使设备的维修费较为节省。任何设备都要消耗能量，但应使能源消耗较少，并能节省劳动力消耗。设备要有一定的自然寿命，即耐用性。

3．设备的维修性

设备维修的难易程度用维修性表示。一般来说，设计合理，结构比较简单，零部件组装合理，维修时零部件易拆易装，检查容易，零件的通用性、标准性及互换性好，维修性就好。

4．设备的可靠性

设备的可靠性指的是：机器设备的精度、准确度的保持性，机器零件的耐用性、执行功能的可靠程度，操作是否安全等。

5．设备的环保性

环保性是指设备的噪声和排放的有害物质对环境的污染要符合有关规定的要求。应选择不排放或少排放工业废水、废气、废渣的设备，或者是选择那些配备有相应治理“三废”附属装置的设备。还要附带有消声、隔声装置。

6．设备的成套性

成套性是指设备本身及各种设备之间的成套配套情况，这是形成设备生产能力的重要标志。设备的成套，包括单机配套和项目配套。工业企业选择适当的设备，以避免动力设备与生产设备之间“大马拉小车”或“小马拉大车”的现象。应避免各种设备之间存在的“头重脚轻”等不安全现象。

三、设备采购应有前瞻性

对企业而言，由于市场的需求变化，产品可能在品种、性质、数量上发生改变，因此必须根据企业的目前需求和近期的、远期的发展战略，使设备采购与企业现况以及远景开发结合起来。

企业的新产品开发指的是，企业根据自身的设备、人员、资金和环境条件，在生产和经营上采取的技术经济措施，以进一步提高企业的新产品开发能力，来适应未来市场

要求的特点，创造更多的企业利润。这些措施中最常见的是：

(1) 开发产品的品种，以及形成产品系列；

(2) 转换目前的产品，使之更适应市场的需求；

(3) 企业经营方式上的联合、合并、分营或转让。

在设备采购的过程中，对于价格昂贵、高精度、高技术含量的关键设备，必须通过技术经济分析和评价，在多种设备方案中进行优选，从中确定最佳设备方案，以免投资失误，造成不必要的资产损失。

四、设备采购的程序

通常设备采购分三步进行：

(1) 设备市场信息的收集和预选。广泛收集国内市场上的设备信息，如产品目录、产品样本、产品广告、销售人员上门提供的情况、有关专业人员提供的情报、从产品展销会收集的情报以及网上信息等。并把这些情报进行分门别类汇编索引，从中选出一些可供选择的机型和厂家。这就是为设备选型提供信息的预选过程。

(2) 初步选定设备型号和供货单位。对经过预选的机型和厂家，进行联系和调查访问，较详细地了解产品的各种技术参数(如精度、性能、功率等)、附件情况、货源多少、价格和供货时间以及产品在用户和市场上的反映情况、制造厂的售后服务质量和信誉等，做好调查记录。在此基础上进行分析、比较，从中再选出认为最有希望的两三个机型和厂家。

(3) 采购评价决策。向初步选定的制造厂提出具体订货要求，内容包括：订货设备的机型、主要规格、自动化程度和随机附件的初步意见、要求的交货期以及包装和运输情况，并附产品零件图(或若干典型零件图)及预期的年需要量。

制造厂按上述订货要求，进行工艺分析，提出报价书。内容包括：详细技术规格、设备结构特点说明、供货范围、质量验收标准、价格及交货期、随机备件、技术文件、技术服务等。

在接到几个制造厂的报价书后，必要时再到制造厂和用户进行深入了解，与制造厂磋商按产品零件性能试验。将需要了解的情况调查清楚，详细记录作为最后采购决策的依据。

在调查研究之后，由工艺、设备、使用等部门对几个厂家的产品对比分析，进行技术经济评价，选出最理想的机型和厂家，作为第一方案。同时也要准备第二、第三方案，以便应对可能出现的订货情况的变化。最后经主管部门领导批准，便完成了设备采购决策的全过程。

以上是典型的采购步骤。在选购国外设备和国产大型、高精度或价格高的设备时，一般均应按上述步骤采购。对国产中、小型设备可视具体情况而简化。

案例 1

据美国《防务新闻》周刊网站报道：菲律宾采购美二手 F-16 战斗机。

菲律宾外长阿尔韦特•德尔罗萨里奥 21 日说，菲律宾想要从美国购买 F-16 战斗机，作为加强国防努力的一部分。

德尔罗萨里奥说，菲律宾在国防上落后于其他国家，马尼拉的下一个愿望是再购买两艘美国海岸警卫队翻新军舰。德尔罗萨里奥说，如果菲律宾购买战斗机且经费严重不足，那么只会是二手 F-16 战斗机，且菲方将为战机的修复、维护以及飞行员的培训买单。

案例 2

据英国《金融时报》报道：采购美国 F-35 战机将重创日本军工业。

采购 F-35“闪电”II 型战斗机作为新的主力战机，意味着日本将票投给了主要制造商洛克希德·马丁公司自诩具有“无以伦比的杀伤性”的一种武器平台。

然而，首当其冲受到这一采购计划伤害的，最终可能是日本建造国产战斗机的能力。

这一选择看来定会对受到孤立和效率不高的日本军工业构成重大打击。在 2011 年 9 月三菱重工业公司交付最后一批 F-2 飞机后，日本正面临着国内战斗机生产 50 多年来第一次中断的局面。

日本防务问题分析人士清谷信一说，在日本的军事航空航天制造行业，有成百上千家小型制造企业在发挥着重要作用，对其中很多企业而言，选择 F-35 可能成为最后一击。他说，采购 F-35 可能“导致我国军工业崩溃”。

分析人士说，越来越多参与制造零件或提供专业技术产品的中小型企业已经破产或退出了这一行业。

然而，就连三菱重工和石川岛播磨重工业公司这样的大公司，情况也很艰难。

第四节　设备制造管理

一、设备制造现状

机械制造业是国内经济各部门赖以发展的基础，是国民经济的重要支柱，是生产力的重要组成部分。机械制造业不仅为工业、农业、交通运输业、科研和国防等部门提供各种生产设备、仪器仪表和工具，而且为制造业包括机械制造业本身提供机械制造装备。机械制造业的生产能力和制造水平标志着一个国家或地区的科学技术水平和经济实力。

机械制造业的生产能力和制造水平，主要取决于机械制造装备的先进程度。

我国机械制造装备工业与世界先进水平相比还有很大差距。主要表现为：大部分高精度和超精密机床还不能满足现实需求，精度保持性较差；高效自动化和数控自动化装备的精度、质量、性能、可靠性指标等方面与国外先进水平相比落后 5～10 年，在高精技术、尖端技术方面差距则达 10～15 年；国外数控系统评价无故障工作时间 10000h，我国自主开发的数控系统仅 3000～5000h；整机平均无故障工作时间，国外数控机床为 800h 以上，国内数控机床仅 300h。

我国五轴联动数控机床、数控大重型机床、加工中心的年产量不足千台，而德国、日本等机床制造业发达国家加工中心的年产量均在万台以上，是我国的 20 倍以上。国外已能生产 19 轴联动的数控系统，分辨率达 0.1～0.01 μm 。

中国“十二五”规划中把以创新为基础的“战略型新兴产业”作为新着眼点的目标。这些“战略型新兴产业”包括节约能源、新一代信息技术、生物技术、高端设备制造、可再生能源、可替代材料和使用可替代燃料的汽车。目前，这 7 个行业占中国 GDP 的 3%，政府的目标是到 2020 年把比率提高到 15%，达到产业链的显著提升。

二、设备制造过程

设备的制造过程是指按照设备的总体设计图纸、技术标准、材料与质量要求、操作规程与有关工艺说明，进行详细设计、组织生产、采购、储运、加工、实验、机械电气组装与调试等工作。设备的制造工作一般由业主通过招标方式委托设备制造厂商进行。

设备制造过程具有工艺程序多而复杂、技术要求高、涉及装备要求高、精度要求高、时间地域跨度大等特点。

设备的制造过程是设备工程形成的主要过程，从制造环境上看，可以分为工厂制造和现场组装。在制造过程中，设备工程投资最大、工艺及技术水平要求最高，所以设备制造过程进度管理是实现设备工程工期目标的重要环节。

设备的制造过程为:产品开发设计—生产技术准备—零部件制造—装配调试—涂漆防锈和包装。

1．产品开发设计

产品开发设计图纸应该经过三次审核，即设计审核、工艺审核和标准化审核，并经过技术负责人签署后才能提交生产部门使用。设计结束应形成完整的设计图纸(总图、装配图、零部件图、包装图)和计算说明书、零部件明细表、设备附件明细表、安装使用说明书等设计文件。

2．生产技术准备

生产技术准备是根据产品图纸和技术文件的要求，采用先进合理并适合制造厂的工艺技术与流程，运用科学管理的方法，将加工设备、工艺装备、操作技术、检测手段和材料、能源、劳动力等合理地组织起来，为产品制造所做的准备工作。生产技术准备工作包括工艺设计(零部件加工工艺和装配工艺)、工艺装备设计与制造、有关零部件检测工艺设计和专用检测工艺设计及制造、工艺定额(材料定额和工时定额)、试车大纲、生产作业指导书、生产计划、外协作加工计划、质量计划、检验试验计划、原材料和毛坯、外购配套件及元器件采购计划等。生产技术准备阶段工作的关键是抓好工艺技术和生产计划两个环节，用科学求实、配合协作和严密细致的精神做好生产制造前的准备工作。

3．零部件加工制造

零部件加工制造中要严格按照图纸的要求和工艺规程的规定进行制造，并按制造工艺顺序完成全部加工制造工作。先前工作的完成情况会影响后续工作，只有每项工作都准确无误，按照合同规定的技术规格完成才能制造出合格的零部件。只有全部零部件都按计划合格地制造出来，才能进入装配工作。

4. 装配与调试

装配是指将合格的零部件和外购配套件、元器件按设计图纸的要求和装配工艺的规定进行配合、定位和连接，使它们组装在一起并调整零部件之间的关系，使之形成具有规定技术性能的设备。

5. 涂装和包装

为了防止零部件锈蚀，保证设备美观以及为满足其他方面的需要，对零部件和设备要进行防腐涂装及管口封堵处理。此过程也穿插在零部件制造和装配中进行。

设备应按照合同要求进行包装固定，防止设备在运输、装卸和储存中受到损伤及丢失零部件和附件。包装完的设备在包装物或设备上应按国家有关包装储运指示标志的规定，进行标识。

案例 1

日本计划 2050 年前造出太空电梯

美国《大众科学》月刊网站 2011 年 2 月 22 日报道：日本建筑公司计划在 2050 年之前造出太空电梯。

东京天空树大林公司计划在 2050 年之前建造一座太空电梯。

太空电梯一直是人类共同的梦想，但就像其他有希望的未来技术一样，这还只是一个遥不可及的概念。如今，一家擅长建造摩天大楼的日本建筑公司将把这个梦想变为现实。虽然还要到遥远的 2050 年，但毕竟，这是个开始。

该公司所建造的日本最高建筑物、2080 英尺的“东京天空树”已经快要完工。而它想要建造的太空电梯将达到地面以上 36000km 的高度,超过了地球同步卫星轨道的高度。乘坐该电梯到达这一高度需要一周的时间，电梯舱由碳纳米管巨缆连接。

日本媒体报道说，根据该公司的计划，一根碳纳米管巨缆将延伸约 96000km，相当于地球到月球距离的四分之一，并与太空中的某个平衡物相接附。巨缆的另一端则固定在地球上的一个太空发射场。

电梯舱可乘坐 30 人，并以 200km/h 的速度行驶。游客可在 36000km 高的中间站停留，而科学家和研究人员则可以一直上到缆绳的顶端。不过工程造价、建造地点和出资方等细节现在还不得而知。

法新社报道说，该公司是受到了“东京天空树”的启发。该公司发言人说：“我们在建筑、气候、风力和设计方面的专家都说这是可能的。”40 年后，可能的确如此。

案例 2

据阿根廷《21 世纪趋势》周刊网站报道：超薄隔热板为房屋节省能源。

德国夫琅禾费协会研究人员开发出一项制造更薄、更高效、更便宜的隔热板材的新技术。新板材优点突出，可望在各个领域得到广泛应用，亦可用于建造特殊房屋。新技术将节约大量能源，因为它可以大大降低加热器或者空调的费用。

当前市场上出售的超薄高效隔热板价格昂贵，且需要特殊器材加工合成。不过通过材料和制造工艺创新，新一代更薄、更经济、更高效的隔热板可望面世。德国注重

能源节约，很多房屋业主对于隔热板材非常有兴趣，但传统隔热板不仅价格偏贵，而且厚度较大(约 20cm)，给房屋美观带来一定影响，此外还需改造窗台或者天窗以配合它的安装。

新产品将这些缺点一并解决，它的厚度只有 2cm，效果却相当于厚度为 15cm 的隔热板。传统隔热板多采用聚亚安酯泡沫制成，而新产品主要由气相二氧化硅制成。研究人员表示，新产品可望在不久的将来实现批量生产和盈利。

专家表示，隔热板材中使用的薄膜对板材质量、有效期和价格起决定作用，当前生产工艺速度慢、价格贵， 因为无关塑料层中的三层需要涂上铝并加以粘贴，这需要经过七道生产步骤，而新板材的薄膜系统非常易于生产，仅由两层塑料薄片和三个涂层组成。

除了铝和塑料，新技术还采用了一种叫做 Ormocer 的材料，它是一种有机-无机混合聚合物，十分坚固稳定，非常适合这种隔热板，气体和液体都不能轻易穿透 Ormocer 隔层。德国专家已为这一新技术申请了专利。

案例 3

据英国广播公司网站报道：纳米涂层令棉织品自洁。

工程师制造了一种化学涂层，能使棉质物品在阳光下自动清除污渍和消除异味。研究人员称，这种处理方式便宜、无毒、环保。零售业专家表示，由于“功能性服装”的需求量越来越大，这一创新可能会受到零售商的欢迎。

这项研究成果来自上海交通大学和湖北民族学院的工程师，发表在美国最新一期《应用材料与界面》杂志上。

这项研究的焦点是二氧化钛，它被称为“有机污染物降解的绝妙催化剂”。二氧化钛已经被用于自洁窗户、防臭袜和厨房浴室保洁瓷砖。将它用于棉织品的努力最初难以取得突破，因为它的自洁性能只有在紫外光下才能“激活”，因而不适合日常应用。

研究小组用二氧化钛和氮制造出一种含酒精的纳米粒子化合物，将它掺入染色常用的酸性中和剂三乙胺中。在室温下搅拌 12h，再以 100℃加热 6h。随后，将棉织品浸入这种混合液体，捞出来拧干，加热，再浸入干净的热水。

最后，用碘化银粒子对这种带涂层的材料进行处理。碘化银会促进与光有关的反应。

为测试他们这项发明的效用，工程师们把橙色染料洒在棉织品上，放到阳光下曝晒。研究小组称，见光 2h 后，71%的污渍消失了，比以前试用的技术大大改善。

这种试验在同一块布上重复了 5 次，活性丝毫未减，说明涂层的自洁性能是稳定的，洗涤和晾干织品的过程并未减弱其效用。服装业专家称，如果能大规模投产，这种工艺应当会引起浓厚兴趣。

案例 4

据美国《华尔街日报》报道：中国竞争削弱德国机械制造业竞争力。

来自中国的竞争日益激烈，德国机械制造商不得不重新考虑如何保持自己的优势，这种优势让机械制造业成为支撑德国出口推动型经济的关键。

中国机械制造商在本土市场上不断取得进展，这让德国企业对于占本国经济 7%的机

械制造业的竞争力感到紧张。德国公司发现自己面对的中国机械制造业是国家主导型产业，在很大程度上是靠收购和廉价劳动力取得增长，并从20年前中国纺织业中吸取了经验教训。

很多业内专家说，中国希望在钻探和工厂设备等高端机械设备及其他工程领域占据领导地位，不过德国公司因工程质量和可靠性创下了良好声誉，应该可以帮助机械制造业应对来自中国的挑战。话虽如此，中国企业的增长势头却凸显出德国公司在保持创新优势方面所面临的长期障碍，因为德国本土工程师和其他技术工人的数量在不断减少。

中国机械制造业的增长让人想起20世纪90年代中国对纺织业占据着主导地位。这两个行业都得益于政府财政支持。中国2012年3月份宣布了在主要行业投资逾5000亿美元的五年规划，其中就包括机械制造业。

此外，中国比德国企业支付的工资低，使用的部件更便宜，还享受政府补贴或退税政策。分析人士说，结果就造成中国产品常常比德国产品成本低10%～20%。

中国企业还通过收购，主要是收购知名度不高的小企业来获得德国的专业知识。据Dealogic市场调查公司的数据，去年中国在德国的收购交易总额从2006年的360万美元增至9800万美元。2012年以来收购交易总额已达8340万美元，几乎全部的并购交易都涉及工程企业。

案例5

1998年6月，德国ICE列车884号车次从慕尼黑开往汉堡，途中因轮毂破裂产生一连串效应。通过调查，发现是轮毂的制造问题引发事故。之后德国终止ICE运营并全面检查，最高速度降至160km/h。数周后，德铁更换所有车轮，所有列车的车窗更换为在紧急时可用锤子击破的玻璃窗。德铁向每名遇难者家属发放3万马克，2名官员、1名工程师被控误杀罪。案件于2003年审结，每名工程师被罚款1万欧元。德国政府将每年6月21日定为追悼日，为所有遇难者立碑。

案例6

海尔“云生活”亮相国际电子展

美国《波士顿环球报》1月9日报道：海尔“云生活”在2012年国际消费电子展上展示家庭未来。

作为世界领先的大型家电生产商，海尔公司在本周的2012年国际消费电子展上亮出了2012年的产品阵容，其拥有多种创新技术的电视大大提高了消费者的视觉体验。

这其中包括在家中创造出“云生活”模式的新连接方式，无边框屏幕，裸眼3D电视以及可以让观看者用意念控制电视的先进“脑电波”技术。

海尔今年主打的“云生活”方案使电视成为“云家庭”的中心。多年来，电视的作用一直在发生变化，从一个娱乐终端转变成了能提供多种服务的连接平台。最新的海尔电视使这一进程又向前迈进了一步，使“云生活”电视成为连接手机、PC和平板电脑等其他终端、接收和传送信息的枢纽。而且配备了云技术的电视还能远程控制洗衣机、PC

以及其他家电。

海尔展出的另一个创新产品是无边框电视，这一技术大大提高了使用者的视觉享受。无论是2D还是3D电视的观赏效果都令人震撼。

海尔还改变了3D电视的观看感受。其裸眼3D电视无需再佩戴3D眼镜，使得观赏更为舒适和便捷。

此外，海尔还展示了其最新升级的“脑电波”技术。这一技术革新了观看者和电视之间的互动，令使用者可以通过意念来控制电视——调台和控制音量等。

第五节　设备安装管理

设备工程安装过程是按照设备工程的设计和技术质量要求，在现场将各种设备、零部件安装连接在一起，形成具有预期功能的运行整体的工作过程。

一、设备安装过程的特点

设备安装过程有以下几个主要特点。

1．计划的从属性

设备安装进度计划必须符合设备工程总计划的要求，其开始和完成时间以及整个实施过程的工作安排必须与设备工程总计划相协调，属于设备工程总计划的一个子计划。

2．影响因素的多样性

设备安装过程参与方较多，受设计、土建施工、设备制造、运输、存储、服务(水、电供应等)以及自然条件等多方面因素影响，需要事先做好大量协调工作。如不加强管理和做好协调工作，极容易造成拖延，使整个设备工程总计划不能如期完成。

3．对人员的专业性要求

设备工程的设备形式多样，结构复杂，往往对安装提出种种特殊要求。尽管设备的生产厂家可能会派出技术人员指导安装工作，但承担安装任务的承包商人员仍需要具有处理各种“非正常”情况的能力，必须组成能胜任相应专业的工作班子，必要时可聘请有关方面的专家参与工作。设备安装人员的业务能力对设备安装的质量和进度都有重大的影响。

二、设备安装过程的任务划分

根据具体情况，设备安装工作可划分为单体设备安装和总体控制设备安装两个阶段，也可以按设备特点划分为主体设备安装、配套设备安装和控制设备安装等。

根据设备工程的实际情况确定安装的具体工作内容和施工方案。在此基础上制定设备安装工作进度计划。

三、设备安装管理目标

设备安装管理目标是在设备工程总计划的框架内，按照一个正确的顺序结构及早地

做好各项协调准备工作，合理安排设备安装的各项具体任务，并在实施中加以控制，以保证用尽可能低的费用，按合同规定的质量及时完成设备的安装任务。设备安装管理目标应具体指明设备安装工作从何时开始到何时完成。

(一) 确定设备安装目标的影响因素

(1) 设备安装计划必须满足设备工程业主对设备安装提出的工期要求,因此设备安装单位必须以此工期目标为限制条件，采用相应的安装方案。

(2) 本设备工程安装的特殊性,主要考虑技术方面的特殊要求和组织协调方面的特别需要。

(3) 物资设备供应的保障条件，如设备制造单位的生产能力和供货时间、设备安装现场的存储条件等。

(4) 设备安装单位以往安装类似设备的经验、设备安装的管理水平和安装人员的技术水平。

(5) 其他条件，如通往设备工程所在地的交通运输状况、设备安装现场的气候条件等。

在明确了设备安装管理目标后，应将其进一步分解为进度子目标。通过对各子目标的控制可以使进度管理更为具体、及时，发现问题也易于纠正，更有利于对设备安装工作的控制。

(二) 设备安装管理目标的分解

1. 明确设备安装的阶段性目标

根据设备工程的具体特点和安装工期目标的要求，可将全部设备安装工作根据不同的实施时间划分为几个阶段实施，确定设备安装各阶段目标，例如，某月某日开始电气设备的安装，某月某日开始控制设备的安装等。围绕这些阶段性目标，可以对设备安装计划相应阶段上的实施条件和可能存在的问题进行更具体的分析研究和平衡协调。

阶段性目标对于设备工程师做好管理工作有重要意义。它可以按时间段明确各个阶段上管理的重点和关键所在，使设备工程师能集中力量，有效地控制计划的实施。设备工程师应善于利用阶段性目标实施进度管理。

2. 明确设备安装工作目标

在确定设备安装的阶段性目标后，还必须根据这些阶段性目标，将设备安装逐层分解成为一些较小的、适合于具体分配给承担者执行的工作。与此相适应，可采用工作分解结构方法将管理目标作进一步分解，以便于通过对具体工作的管理来保证设备安装按计划完成。

设备监理工程师应督促承包单位明确各项安装工作的进度目标，并在施工中加强检查和监督。

(三) 设备安装计划的编制

设备安装计划由工程的设备安装单位负责编制。在设备工程总计划所限定的时间范围(由承包合同予以规定)内，明确设备安装工作的开始和最终完成时间以及进行目标分解后各项安装工作的安排，以保证在合同规定期限内完成符合技术质量要求的设备安装工

作。设备安装计划需经设备监理工程师审核确认后执行。

如果设备安装的任务由多家承包单位分别承包，应明确各承包单位承担任务的开始和完成时间以及相互的衔接配合关系，并做好实施中的协调工作。

设备安装工期是寿命周期的组成部分。为了缩短安装工期，应对这一时间进程的结构作一分析。

安装过程可分为准备阶段与实施阶段。安装准备阶段的工作内容有：设备的开箱验收、了解设备的安装内容和使用说明书，研究设备安装的技术特点，准备安装所需的常用工具和专用工具，准备安装现场的环境条件(动力、电源、水源、气源、地基和基础等)，试验的计量仪器，试件准备等。安装的实施阶段包括设备位置找正、基础浇灌巩固和机械设备的试运转等三步。为了缩短设备安装工期，可将准备阶段和安装实施阶段的工作交叉进行。所以，可将安装工期简单地表示为三个实施阶段时间的总和。

设备早日投产，早发挥效益，特别是那些重点工程项目。但必须在保证安装质量的前提下，才能缩短安装工期。设备管理部门要严格把关，认真检验，要做到绝不让不合格的安装延续到设备的使用阶段去。

设备安装的目的，就是要确保基准在空间位置的准确性。机械设备安装位置不正确，不仅会使与之相连接的其他设备错位，而且会在运转中产生附加载荷，导致振动和噪声、卡死或破坏、机件加速磨损等。

安装的正确位置，由机械设备或其单独部件的中心线、水平性和标高来体现。虽然不能要求绝对准确，但对于一定性质的设备，在某个时期的技术水平条件下，应当准确到什么程度，要由相应的允许偏差去作量的规定。在允许的安装偏差内，不会严重影响机械设备的安全和连续运转，不会严重影响生产率和设备的使用寿命。

在设备安装过程中，对中心线、水平性和标高偏差进行的调整，分别称为找正、找平和找标高，这就是安装准确度的三要素。

1．找正

安装时要找正设备中心线，机械上的主轴、轴承孔等精加工面都可以取作中心线的依据。

2．找平

调整机械设备安装后的水平度，其重要性大于找正。因为相对于水平面的倾斜会直接影响设备的稳定和重心平衡。并且，具有回转运动的机械，由于倾斜，势必产生因惯性力而造成的振动。倾斜还会使润滑条件恶化，以及由于附加载荷而导致设备过度磨损，工作质量和准确度降低。

3．找标高

标高就是安装的基准点到所测表面(或线)的高度。大型设备安装后，在运转过程中将逐步沉陷。新设备在运行一个阶段后，要定期检测各观测点标高的变化。过量的沉陷或沉陷不均，可能导致严重事故。所以，必要时需将机械设备重新解体，再予以安装。

找标高，就是使机械设备的某一基准面(线)达到规定的高度。一般直接测定基准点到设备标高测定面(线)的距离来作检验。

案例 1

据美国《防务新闻》周刊网站报道：工人粗心装反减压阀，美新型两栖战舰海试中损坏。

美国海军新两栖运输舰“圣迭戈”号上月底受损。由于一个减压阀安装错误，造成舰船压载系统压力超标，损坏了 3 个压载舱。

事故是在墨西哥湾进行船厂海试时发生的。“圣迭戈”号是一艘 LPD-17 级两栖船坞运输舰，由亨廷顿英戈尔斯公司在位于密西西比州的英戈尔斯船厂建造，发生事故时正在进行两次海试中的第一次。

船厂海试由船厂工作人员执行，目的是检验所有系统是否正确安装，并按照设计要求运行。该舰计划于今年 11 月接受验收海试，届时美国海军官员将对舰船进行试验和检查，以决定此舰是否达到验收标准。

2011 年该舰在 10 月 1 日返回港口，两次海试均由非军事人员操作，其中大多数人是船厂工作人员。海军人员将负责后续的验收海试及舰船交收。

船坞运输舰被设计成船尾压载舱可下沉，使船台甲板浸没到水中，这样登陆艇和两栖装甲车就能够漂浮在水面进出舰船。当压载舱排干海水后，船台甲板可浮出水面。

亨廷顿英戈尔斯公司发言人贝西•布伦顿说，在海试中进行压载和卸载试验时，“一个压载舱的压力超标了”。压载舱位于该舰船台甲板的左舷。

美国海军海洋系统司令部发言人克里斯•约翰逊说，减压阀被装反了，导致了事故的发生。

但布伦顿和约翰逊表示，尽管发生了事故，但压载和卸载试验仍成功完成了。

案例 2

据日本《每日新闻》报道：安装出问题掉油箱、掉弹头、掉尾翼，日本 F-15 战机事故不断。

茨城县小美玉市的航空自卫队百里基地 9 日宣布，发现有 F-15 战斗机右尾翼的一部分在训练中破损并脱落。

航空自卫队在训练后的检修中发现，为防止振动而安装于 F-15 右尾翼端部的筒状铝制零件尖端(直径 5cm，长约 25cm，重约 2kg)折损并不知所踪。

此前，该基地 8 日在训练中发现一架 F-15 装配的模拟导弹的玻璃弹头(直径 7cm，重 70g)脱落。自卫队向警察署和地方自治体通报了此事，但未对外公布。基地解释说，由于零件很轻，很可能已经在空中破损，对地面不会构成影响，因此为避免引起民众不必要的担忧而没有对外公布。

7 月 F-15 曾在冲绳附近海域发生坠机事故，10 月又在石川县发生了油箱坠落事故。全国暂停飞行训练 3 周后，11 月 F-15 又在宫崎县境内发生零件脱落事故。

案例 3

2002 年，英格兰赫特福特郡发生高速火车严重脱轨事件，脱轨事件后来被发现不是火车速度太高造成，而是路轨接轨处螺钉没拧紧！

第六节　设备调试、试运转管理

一、设备调试过程的特点和目的

1．设备调试的划分

设备调试可以划分为单体设备调试、整个设备系统试运转和性能保证试验三个阶段。不同阶段，具有不同的目的、不同的范围和不同的要求。同时，设备的调试又有明显的逻辑性，只有前一阶段的调试完成之后，才能进入下一阶段，否则就可能造成损失。

2．设备调试的特点

设备调试从设备安装完成开始，设备的调试需要高度的协调性。对于一些大型复杂设备而言，与设备工程相关的各参与方均在现场参与设备的同时工作，因此更要求高度的组织协调，否则就可能造成重大损失。尤其是由于此阶段对设备不够熟悉，更需要很好的组织和协调，这是设备调试阶段的主要特点。

3．设备调试的目的

设备调试的目的是考验设备设计、制造、安装的质量，验证设备连续工作的可靠性。设备调试也是设备的设计单位、制造单位、安装与调试单位纠正设备缺陷的过程。

二、设备工程调试管理的目标

设备工程调试分别以单体设备调试、整个设备系统试运转和性能保证试验三个阶段作为该管理的目标。为保证设备工程最终目标的实现，首先必须保证安装各类检测试验顺利完成，在此基础上进行单体设备调试。

设备工程单体设备调试可视设备工程性质同时进行，或按照安装顺序，先完成先调试的原则进行。在编制设备调试计划时，应注意保留一定的机动时间。如果单体设备调试的目标不能实现，势必影响设备工程系统调试，延迟设备工程的移交时间。

设备的调试一般可分为空转试验、负荷试验、精度试验三种。

1．空转试验

空转试验的目的是检验设备安装精度的保持性，设备的稳固可靠性，传动、操纵、控制等系统在运转中状态的稳定性。通常试验时间在4h以上。如在调试过程中出现温度问题、噪声、动作不均匀等故障，应立即停车检查排除，不能解决的问题应与制造厂联系解决。

空转试验分步进行，按照由部件到组件、由组件到整机、由单机到全部自动线的顺序进行。启动时先“点动”数次，观察无误后再正式启动运转，由低速到高速逐渐增加。以机床为例，空转试验检查内容如下：

(1) 各种速度的变速运行情况，由低速到高速逐渐增加，每一级速度运转时间不小于2min。

(2) 各部位轴承温度。正常润滑条件下，轴承温度不得超过设计规范或说明书规定。

主轴滑动轴承温度不大于 60℃(温升不大于 40℃)；主轴滚动轴承温度不大于 70℃(温升不大于 30℃)。

(3) 各变速箱运行时的噪声不大于 85dB，精密设备不大于 70dB，不能有冲击声。

(4) 检查进给系统的平稳性、可靠性，检查机械、液压、电气系统的工作情况。

(5) 各自动装置、连锁装置、分度机构及联动装置动作的协调性、正确性。各种保险、换向、限位和自动停车等安全防护措施的灵活性、可靠性。

2．负荷试验

负荷试验的目的是检查设备在一定负荷下的工作能力，以及各组成系统的工作是否正常、安全、稳定、可靠。试验负荷可按设备公称功率的 25%、50%、75%、100%的顺序分阶段进行，也可结合产品进行加工试验，部分设备需做超设备公称功率试验。

试验主要按规范检查轴承的温升，液压系统的泄漏、传动、操纵、控制和安全装置工作是否正常，运转声音是否正常。

3．精度试验

在负荷试验后，按说明书或有关技术文件的规定进行精度加工试验，应达到出厂精度或合同规定的要求。如机床进行几何精度、主传动精度及加工精度检查或对专门规定的检查项目进行检查。

在设备运行试验中，要对整个设备的试运情况加以评定，做出正确的技术结论，应做好各项记录，主要包括以下几个方面：

(1) 设备几何精度、加工精度、检验记录及其他机能试验的记录。

(2) 设备试运转情况，包括试验中对故障的处理工作。

(3) 对无法调整及排除的问题，按性质分为原设计问题、制造质量问题、安装质量问题、调整中的技术问题等。

三、设备工程调试管理工作内容

调试过程是对设备工程参与各方建设成果的综合检验，此过程中同时在现场工作的参与方较多。当调试发现问题时，各参与单位经常会出现任务和责任划分上的争议，极易造成工程拖期，因此必须对此过程进行有效的进度监督和控制，使设备工程的建设任务能够圆满完成。

为确保各项设备调试工作的顺利进行，设备调试过程主要工作内容如下。

1．组织工作

(1) 组织全系统试运行、投料试车、性能保证试验等设备调试工作；

(2) 根据设备工程总进度计划，确定设备调试的工期目标。

2．需要编制的文件

(1) 编制设备调试工作进度计划；

(2) 编制设备调试管理工作细则；

(3) 编制全系统试运转和性能保证试验进度计划；

(4) 编制设备工程设备调试工作报告。

3．审核工作

(1) 审核承包商功能单元调试、单体设备调试进度计划；

(2) 审核总承包商提交的全系统试运转和性能保证试验进度计划；

(3) 审核设备调试的技术方案，操作规程等技术文件；

(4) 审核设备调试各阶段的检验报告。

4．控制协调工作

(1) 督促提供设备调试所需的原材料、工具、润滑剂、化学制品、催化剂、设施、服务和其他进行单体设备调试和设备系统试运转所需的提交。

(2) 调试操作和维护人员按合同规定时间派往现场参加设备调试。

(3) 要求所有参与设备调试的单位(设计单位、设备制造供应单位和安装与调试单位)及设备使用单位严格按照设备调试的技术方案、操作规程共同努力做好设备的调试工作。

(4) 严格按设备调试进度计划控制设备调试过程的进度，当发现实际进度与计划进度存在偏差时，及时调整调试工作进度或调整进度计划，使设备调试工作能按计划进行。

(5) 按时参加设备工程的各类试验或检验，并按合同要求，认真审核试验或检验记录；对合同未规定额外试验或检验做好记录，督促和查看调试记录，与设备工程设计要求进行对比，若有差距，查找原因，修补好缺陷；当调试过程中发现设备故障和出现问题时，应分析原因和责任，确定工期的延长时间，同时协调设计、制造、安装和运营各方，及时处理问题和排除故障。

(6) 在设备调试的每一个阶段，当设备调试达到合同规定的标准后，及时向承包单位颁发相关的证书。确定设备工程移交的具体时间和设备工程质量保证期限。

复习思考题

1. 现代设备工程学将设备的寿命周期分为几大阶段？各阶段包括哪些内容？
2. 设备正向设计包含哪些内容？各有什么特点？
3. 设备采购应遵循哪些原则？影响设备采购的因素有哪些？
4. 设备制造有哪些过程？
5. 设备安装过程有哪几个主要特点？设备安装管理目标是什么？
6. 设备的调试一般可分为几种？各有什么特点？

第三章　设备维持阶段管理

设备维持阶段包括设备的使用、维护、修理、改造和更新、调拨、调整和报废。

第一节　设备使用管理

新设备投入使用前，要由厂(矿)专业主管领导布置贯彻执行设备使用规程，规程要发放到有关专业、岗位操作人员以及维修巡检人员人手一册。生产单位要组织设备操作人员认真学习规程，设备专业人员要向操作人员进行规程内容的讲解和学习辅导。设备操作人员须经厂级组织的规程考试及实际操作考核，合格后方能上岗。生产单位每周都要组织班组学习规程，车间领导及设备管理人员，每月要对生产班组规程学习情况进行抽查，发现问题及时解决，抽查情况纳入考核。

设备使用过程中，设备管理和有关专业、岗位操作人员以及维修巡检人员应掌握设备技术性能和允许的极限参数，如最大负荷、压力、温度、电压、电流等；设备交接使用的规定严格执行，两班或三班连续运转的设备，岗位人员交接班时必须对设备运行状况进行交接，内容包括：设备运转的异常情况，原有缺陷变化，运行参数的变化，故障及处理情况等；应严格遵守操作设备的步骤，包括操作前的准备工作和操作顺序；紧急情况处理的规定；设备使用中的安全注意事项，非本岗位操作人员未经批准不得操作本机，任何人不得随意拆掉或放宽安全保护装置等。

设备使用过程中，设备专业技术人员及维修人员应看懂设备传动示意图和电气原理图；掌握设备润滑“五定”图表和要求；对设备应按规定定时清扫；严格执行设备使用过程中的各项检查要求，包括路线、部位、内容、标准状况参数、周期(时间)、检查人等；掌握运行中常见故障的排除方法；掌握设备主要易损件的报废标准和安全注意事项。

设备在使用过程中，由于受到各种力的作用和环境条件、使用方法、工作规范、工作持续时间长短等因素的影响，其技术状态会发生变化而逐渐降低工作能力。要使设备处于良好的技术状态，要合理地安排生产任务，要使加工产品的工艺要求与设备的使用规范相适应。同时，还要防止“精机粗作”，影响精密机床的寿命。严禁超载使用，否则不但会降低设备寿命，甚至还会造成设备和人身事故。

配备合格的设备操作人员，应对操作运行人员进行技术培训和岗位职务培训，使超载运行人员熟知设备的结构、性能、原理、使用维护方法。

实行“定机、定人、定职责”的三定制度。把设备交给生产工人，实行专人操作和维护，做到设备使用、维护和保管的职责落实到人。实行三定制度，是一条行之有效的

设备管理措施。它的一般原则是：单人使用的设备由操作者负责，多人使用的设备由班、组长或机长负责，公用设备由指定专人负责。

为设备创造良好的工作环境，要使设备能长期地正常运转，保持良好的性能、精度，延长寿命，保证安全生产，还需将设备处于良好的工作环境下工作。也就是要求周围环境整齐、清洁；并根据设备本身的结构、性能、精度等特性，安装防振、防腐、防潮、防尘、防冻、恒温、保暖等防护装置。此外，还须配备必要的测量、检测、控制、分析以及保险用的仪器、仪表、安全保护装置。这对精密、稀有、复杂的国外进口贵重设备尤为重要。

案例 1

据美国《军队时报》网站报道：美国无人机操控员过度疲劳。

空军最近公布的一项研究结果表明，在操纵高纬度遥控间谍飞机照相机的人员中，有 1/3 的人因为长时间工作而有过度疲劳的现象，在那些操纵攻击无人机消灭恐怖分子的人中，这个比例为 30%。

在内华达和加利福尼亚的机动操纵无人机的空军人员抱怨说，他们要经常倒班，因为无人机使用操纵要求高，技术难度大，精确度、灵敏度高，要求操作使用人员注意力高度集中，单调的工作让人“大脑麻木”，与家人的关系紧张，而且工作负荷不断增加。

空军心理学家韦恩·查普利特在 2010—2011 年期间协助了一项长达 6 个月的对无人机操控员的研究。他说：“这里人员不足。工作人员必须要保持高度警惕，掌握视觉和听觉信息，如果内容又很单调，工作起来真的很辛苦。”

在巴基斯坦跟踪本·拉登、对伊朗进行间谍侦察、跟踪和击毙也门的“基地”组织领导人、支援阿富汗和伊拉克的美军地面部队，这些工作都是由“食肉动物”、“全球鹰”和“死神”无人机完成或执行的。

研究人员发现，在空军士兵中，临床不适(指在焦虑症和抑郁症等精神疾病边缘)的比例略低一些，“全球鹰”的照相机操控员的比例大约为 25%，“食肉动物”和“死神”的操控员为 17%。

研究人员还发现，那些出现精神疾病症状的人中，有 65%～70%的人根本不去接受治疗。

数据显示，大约 1/3 的无人机飞行操控员、照相机操控员和任务协调员每周工作 50～60 个小时。许多人每个月还要倒班。研究显示，在这个群体中，每三个人中就有一个疲劳过度。

案例 2

“布拉瓦”多次试射失败系人为因素

据俄新社莫斯科 2 月 18 日报道：俄罗斯武装力量总参谋长尼古拉·马卡罗夫说，“布拉瓦”导弹近年来一连串发射失败，都是人为因素造成的，是具体人员工作不专业造成的。

海基洲际弹道导弹“布拉瓦”的试验始于 2004 年，有很长一段时间导弹试验屡遭失

败，而从2010年10月起发射连连成功，总共进行过18次发射，其中11次成功。

马卡罗夫在接受莫斯科回声电台采访时说，“你们都知道，‘布拉瓦’发射曾接二连三地失败。我们停止了试验，认真研究原因，发现在很大程度上是人为因素造成的，一些人工作不够专业，这是主要原因。”

他说，一开始，军方不明白问题出在哪里，因为四次发射出现了四个完全不同的问题。“我们明白技术方案是正确的，于是在每个关键岗位都安排了验收军官，它们监督每个程序，此后所有发射都成功了。”

最近一次成功发射在2011年12月23日，“尤里·多尔戈鲁基”号核潜艇从海水下齐射两枚“布拉瓦”导弹。“布拉瓦”试射将持续到2012年5月底。

俄罗斯国防部多次表示，对于是否列装携带“布拉瓦”导弹的“尤里·多尔戈鲁基”号核潜艇，齐射试验的成功是决定性的。根据此类导弹试验的标准程序，多枚导弹齐射成功是决定性的和最后的试验。

将来，“布拉瓦”洲际弹道导弹应成为俄罗斯海水战略核力量的基础，已经建造了发射这种导弹的新潜艇。

案例3

设备使用　通过手势和声音发指令新一代家电无需遥控器

据美国洛杉矶时报1月20日报道：新的手势和声音技术或将遥控器变得过时。

遥控器从未深深地得到过人们的喜爱。即便不是不知所踪或电池耗尽，遥控器和它上面那些复杂按钮也会把某位家庭成员搞得晕头转向，要么就是会卷入人们选择电视频道的争吵之中。

挥一挥手，嘴里念念咒语，让遥控器永远消失，这难道不是一件好事吗？

通过做手势和发出声音来控制的新一代电视机或许就能让这成为现实。电视观众们只要开口讲话或是对着电视打手势就可以操控一系列新型电视机，而无需继续使用笨拙的指向装置。这为人们使用电视创造出一系列新的方法。

上周拉斯维加斯举办的消费电子产品展示会上，一名年轻女性在三星电子有限公司搭建的巨型展台上演示使用了该公司研制的智能电视机。这些电视装备了内置的网络浏览器，还安装有能够让用户观看网络影视光盘租赁公司的视频、使用Skype公司的网络电话以及登录“脸谱”交友网站的互联网应用程序。

“你好，电视。”她向电视打了招呼，发出了打开电视机的口头指令。当她说出“1034频道”后，这台电视转到了一个新闻频道。她又继续说道，“网络浏览器。”雅虎公司网站的主页便突然进入了人们的视线。

随后，这名工作人员冲电视机顶部内置的一个小型照相机摇了摇手，启动了手势传感器。她通过移动手掌来操纵屏幕网页上的光标，然后握紧拳头“点击”链接和照片。科技观察家们说，随着植入智能手机、电视机、平板电脑和家用电器中的电脑功能愈发强大，手势和声音识别系统将变得更为复杂精密。鼠标和遥控器盛行的年代也将一去不复返。

福里斯特研究公司分析员查尔斯·戈尔万说，有了上述更新的操作方式，“你只需使用上帝和大自然赋予你的手、身体和声音——你所需要的就是这些”。

戈尔万说，人们也许要花一些时间才能习惯于放弃使用遥控器。但一旦他们适应了，“大部分人会认为新的方法更加简便、轻松自如”。

案例 4

平煤能化六矿采用郑州煤矿机械有限公司生产的电液控制液压支架自动化综采机，由于该综采机结构复杂，操作使用灵活，精度高、要求技术水平高，该矿为保证自动化综采机发挥最大效能，特组建了大学生采煤班，队员包括 2 个硕士生，2 个本科生，8 个大专生。在使用过程，队员们解决了一系列使用操作、维修难题，为自动化综采机的推广使用做出了贡献。

“你不觉得亏吗？”2009 年 9 月，26 岁的董刚上班之初，这是被同学、好友甚至工友最常问的一句话。也难怪，一个从西安科技大学毕业的硕士研究生，放弃到研究院当“白领”的机会，放弃到集团井上工作的机会，下到井下采煤一线当工人，咋看都觉得“亏”。

“真的亏吗？”董刚一开始也在问自己。井下潮湿高温，煤粉尘又大，下一趟井就成了“灰人”；家人就提心吊胆地挂念，谈个女朋友也不能经常见面；上班几个月，瘦了七八斤，天天累得只想睡。而同班的好友，平时坐在办公室，还能天南地北地出差，一个个劝他“这才是研究生的生活”。

但董刚心里更清楚，他是冲什么而来的。2008 年的 8 月，六矿上了全国首套国产自动化综采设备，并组建了大学生采煤班。在报纸上看到那套设备“不用铁锹不用钻，遥控一按就能采煤”的介绍后，董刚知道，那才是他实现理想的地方。

由于是国内首套国产的自动化设备，与之配套的管理程序并不十分完善。董刚上班不久就发现这一问题。他带领着班里的 12 个弟兄，没日没夜地查资料、做实验，经过近两个月的不懈努力，研发出来综采设备的精细微机管理系统，不仅填补了国内空白，还能促进整套综采设备的管理升级，每年多增效益 240 多万元。

在董刚的带领下，大学生采煤班成员个个干劲十足，很快，“双林加工”、“香瑞制图”等 13 项技术攻关先后完成。截至目前，大学生采煤班累计安全采煤 400 多万吨，一个班的产量占全矿总产量的 1/3，用无可争议的事实证明了高知矿工的高生产力。

付出很快得到了收获。去年五一前夕，六矿大学生采煤班被中华全国总工会授予“全国工人先锋号”荣誉称号，董刚作为典型在人民大会堂发言。去年，董刚还光荣地成为平顶山市第八次党代会和河南省第九次党代会的代表。2011 年 10 月，他又晋升为六矿综采四队队长。

两年多的时间里，从一名青涩的大学生到一名有知识的矿工，再跨入领导层，董刚用实际行动为大学生择业、就业提供了一个范本。“从最艰苦的地方做起，通过工作、通过努力来实现自身价值，在平凡岗位上做出不平凡的业绩，这也是新时期学习雷锋的具体体现。”董刚说。

案例 5

光缆松动造成读数差错，中微子超光速实验结果有误

路透社日内瓦 2 月 23 日电　欧洲核研究组织(CERN)周四表示，所谓“中微子超光速”的惊人发现有可能是光缆连接松动造成的。物理学家们将在 2011 年 5 月再次进行实验。

去年有关中微子超光速的发现曾震惊科学界，这个消息一旦得到验证将对爱因斯坦的相对论构成严重挑战。

CERN 周四发表声明说，可能有两个原因造成了实验误差。

一个原因和全球定位系统(GPS)同步记时使用的振荡器有关，它有可能导致研究人员高估了中微子的飞行时间。

另一个原因在“中微子超光速”的实验中似乎更重要，CERN 说：“第二个原因与光缆连接器有关，后者连接外部 GPS 信号和实验使用的主时钟。实验时光缆连接器可能没有正常工作，那样的话会导致研究人员低估中微子的飞行时间。”

案例 6

路透社日内瓦 2 月 22 日　2010 年一项似乎显示爱因斯坦的一个基本理论错了的试验颠覆了科学界。然而眼下，进行该项试验的实验室说，试验结果可能是由一根松动的光缆造成的。

设置日内瓦附近的 CERN 实验室的物理学家去年报告，称作中微子的亚原子粒子的速度稍快于光速。这看起来与爱因斯坦的理论相悖。

爱因斯坦说过，没有任何东西的速度会超过光速，如果超过光速，那就像时光倒流。

但 CERN 发言人詹姆斯・吉利斯 22 日说，实验室的这个令人震惊的结果存在疑问。

有威望的美国科学促进会光缆的“科学内幕”网站 22 日早些时候报告，这项惊人的结果是由一根连接一台 GPS 卫星接收机和一台接收机的光缆松动造成的。

吉利斯证实，目前怀疑 GPS 系统的一个问题有可能造成了这一惊人的读数。他还说，需要进一步的测试才能得出确切的结论。

研究人员在 3 年的时间里从 CERN 向罗马附近格兰萨索的一家意大利实验室发射了 1.5 万个中微子束，得到了这个超光速的结果。

吉利斯在日内瓦对本社记者说：“已经发现了一个可能的解释，但我们要向格兰萨索发射一个新的中微子束来进行检测，然后才能确定。”

参与这项名为 OPERA 试验的物理学家说，他们在去年 9 月报告这一结果之前，用了好几个月对可能导致读数错误的一切原因进行了一再核查。

去年 11 月宣布的第二次测试结果看起来为中微子速度超过光速这一发现提供了进一步的证据。但许多专家依然对这个将推翻一项现代物理基本原理的结果表示怀疑。

吉利斯说，CERN 将在 23 日上午发表一份全面的声明。

案例 7

英国《新科学家》周刊网站 2 月 22 日报道：中微子速度快的结果可能源于仪器差错。

它令人难以置信可能是有原因的。中微子的速度可能超光速这个有悖经充分验证的爱因斯坦狭义相对论规则的发现似乎有可能是由一个 GPS 的连接问题造成的。

这些高速中微子用时 2.4ms 从日内瓦欧洲核研究组织的一台粒子加速器飞到意大利格兰萨索的一台地下探测器，两地相距 730km。令人吃惊的是，它们的飞行用时看起来比光速短了 60ns。

但这个飞行时间是根据一系列不同的测量结果计算出来的，其中包括使用一台 GPS 卫星来确保日内瓦的时钟同格兰萨索的时钟一致。“科学内幕”网站的埃德温·卡特利奇 22 日报告，一条连接一台 GPS 接收机和一台接收机的缆线松动，这或许完全能够造成 60ns 的反常结果。

但 CERN 发言人詹姆斯·吉利斯对本文作者说：“不是这么简单……有一个可能的解释，但我们要用中微子束进行进一步的测试才能确定。”他说，测试定于 5 月进行。

第二节　设备的维修管理

一、设备维修的重要性

设备维修与质量管理同等重要，设备能力利用得充分，所占固定资金就少，生产成本低；设备的好坏又是产品质量的先决条件，而随着设备的使用，设备技术状态会发生变化，从而影响产品的质量。

设备的维修就是对技术状态变化时发生故障的设备通过更换或修复磨损失效的零件，对整机或局部进行拆装、调整的技术活动，其目的是恢复设备的功能或精度，保持设备的完好。换言之，设备修理是设备技术状态劣化到某一临界状态时，为恢复其功能而进行的技术活动。

设备的维修根据企业的生产性质、设备特点及设备在生产中所起的作用，选择适当的维修方式。采取日常检查、定期检查、状态检测和诊断等各种手段，切实掌握设备的技术状态，加强修理的计划性，充分做好维修前的技术及生产准备工作。修理中，应积极采用新工艺、新技术、新材料和现代科学方法，以保证维修质量、缩短停歇时间和降低维修费用。同时，结合维修进行必要的改善维修，提高设备的可靠性、维修性，充分发挥设备的效能。

二、设备保养、检查和维修

保养的主要内容有擦拭、润滑、紧固、调整等，其中润滑是最关键的，每个企业都严格执行润滑计划。保养是设备维护中最重要的工作，良好的保养能改善设备的磨损曲线，延长使用寿命。

润滑就是在相互接触、相互运动的两固体摩擦表面间，引入润滑剂(流体或固体等物质)，将摩擦表面分开的方法。

润滑剂能够牢固地吸附在机器零件的摩擦面上，形成一定厚度的润滑膜。当摩擦副

被润滑膜隔开时，它们在作相对运动时就不会直接接触，使两摩擦副之间的摩擦转变成润滑剂本身的内摩擦。这样，摩擦因数大大减少，达到减少摩擦、磨损的目的。设备的磨损会降低机箱效率和工作可靠性；会引起机械振动，影响零件的强度和寿命；还会降低机箱的精度和工艺性能，使产品质量下降。

设备润滑的作用包括以下方面：

(1) 冷却散热。

摩擦表面的长时期摩擦会导致摩擦面发热，若没有冷却，势必烧坏橡胶密封圈、轴瓦或轴承等继续零件，温度升高还可能导致黏着磨损和加剧腐蚀磨损，造成设备事故而停产。采用适当的润滑方式，就可以带走热量，起到有效的冷却作用，保护设备。

(2) 密封和保护。

润滑油和润滑脂能够隔离潮湿空气中的水分、氧和有害介质的侵蚀，这对于腐蚀磨损比较突出的冶炼厂、化工厂和矿山设备尤为重要。对于动力机械的气缸与活塞，润滑油既能起到润滑减摩作用，而且还有增强密封的效果，使其在工作中不漏气，提高工作效率。

(3) 洗涤污垢。

摩擦副在运动时产生的磨粒或外来的杂质、尘砂等，都会加速摩擦表面的磨损。强制的液体循环可以将摩擦表面间的磨粒带走，从而减少或避免磨粒磨损。

(4) 减少磨损。

润滑的基本作用是通过产生的润滑膜，避免或减少两运动件之间的摩擦，降低零件的磨损消耗。

运动副的润滑方式有：循环供油润滑，间歇加油润滑，油芯、油毡、油标的滴油润滑，飞溅、油雾润滑以及油脂集中或分散润滑等。显然，润滑方式与润滑剂的选择很有关系。选择时要考虑摩擦面的运动速度，载荷的大小、方向及性质，工作温度，工作环境，运动副的材料、间歇、位置、表面粗糙度等。

检查主要是指设备技术状态监测，它是实行计划维修的基础。设备状态监测分为主观监测和客观监测两种。

主观状态监测是以经验为主，通过人的感觉器官直接观察设备现象，是凭经验主观判断设备状态的一种监测方法。

客观状态监测是利用各种简单工具、复杂仪器对设备的状态进行监测的一种监测方法。如电子听诊器、振动脉冲测量仪、红外热像仪、铁谱分析仪、闪频仪、轴承检测仪等。

维修包括所有能够恢复设备应有技术状态的工作。维修的步骤：①任务书；②任务分析；③计划；④措施；⑤可行性分析；⑥生产准备；⑦生产准备审查；⑧施工；⑨试车验收；⑩信息反馈；⑪评估。

案例 1

性能先进但价格偏高、维护成本大，“阵风”战机推销再遭惨败

据法国《论坛报》报道：这是法国达索飞机公司遭受的又一次痛苦失败。达索飞机

公司向瑞士销售“阵风”战斗机，但在日前的22架战斗机合同招标中输给了瑞典萨博公司的JAS-39“鹰狮”战斗机。

据《论坛报》2011年11月28日报道，“阵风”战斗机在瑞士空军的性能评估中已位居榜首，瑞士飞行员表达了他们对“阵风”的喜爱，但面对性能方面落后不少的战斗机，这次失败的原因何在？

瑞士联邦委员会的这一决定，主要是出于预算考量。专家估计，“阵风”战斗机和欧洲“台风”战斗机的报价，比“鹰狮”战斗机高出10亿欧元。前者的报价约合40亿瑞士法郎，高于伯尔尼为更换老旧的F-5“虎”式战斗机提出的约30亿瑞士法郎的预算。

官方公报称：“资金因素在选择战斗机型号时起了决定作用。除了购买价格，在维护成本方面，‘鹰狮’战斗机比另外两种战机更具优势。”

据一名接近谈判的消息人士称，伯尔尼必须进行内部调和。明白地说，这次决定让联邦委员会和瑞士军刀双方都满意。“虽然不是他们最想要的，但飞行员们比较得到了新飞机。”选择较廉价的飞机给政界发出了信号，“你们看，军方在财务方面也努力了”。这个并非最优的方案，让各方的要求都得到了一定满足。

瑞士人的另一个理由是，性能不那么先进的战斗机也够用了。联邦委员会“有意识地避免让瑞士成为拥有最先进新式战斗机的欧洲国家”。这名消息人士说，“就执行空中巡逻和安全任务而言，‘阵风’战斗机肯定过于先进了。”

案例2

印度求助国际市场维修俄制武器

据《印度快报》网站报道：印度转向他国求救，以解决俄罗斯零部件供应与售后方面存在的问题。

虽然未来20年，俄罗斯仍将是印度最大的军火供应国，但是俄在供应与售后服务方面的拖沓迫使新德里不得不越来越寻求其他国家的帮助，对其原产于俄罗斯的飞机、直升机和其他武器系统提供维修及保养。

在过去几个月中，印度空间收到了一大批全球的投标，参加米格-23和米格-29战机、IL-76和安-32运输机，米格-17直升机以及OSA-AK地对空导弹系统的零部件及专修工具竞标活动。

现在，陆军也加入了这一行动，为各种设备招标，其中包括发出全球“信息申请”(RFI)，为T-90主站坦克获得“主动防护与对应系统”。这款主站坦克自10年前开始引进以来就存在几个技术问题。

一位高级军官说：“是的，我们正在探求国际市场，为我们原产于俄罗斯的设备获得零部件。我们仍在向俄罗斯设备制造厂商购买这些部件。但是我们可以以便宜得多的价格从别处购买到通用的零部件。”

印度与俄罗斯的军工伙伴关系涉及金额巨大，自20世纪60年代以来俄罗斯赢得的武器销售合同，金额超过了350亿美元，导致印度武装部队的装备60%产于俄罗斯。

案例 3

美国政府问责局报告称博弈 787 复合材料存安全隐患

根据英国《新科学家》周刊网站报道：有报告质疑复合材料飞机的长期安全性。

2011 年 11 月 1 日，首架耐压机身、机翼以碳纤维增强塑料为材质的飞机搭载首批乘客从东京飞往广岛。全日本航空公司这架波音 787 飞机采用复合材料结构，比同样大小的传统铝制飞机重量轻约 15%，燃料效率高，飞行更加环保。

但媒体对这一飞机的吹捧掩盖了一些有关复合材料飞机长期安全性的令人担忧的问题。10 月 20 日，美国政府问责局发布一份报告，虽然认可波音 787 的适航性认证，但对美国监管机构联邦航空局的能力提出了质疑，即该机构能否保证检查人员有能力对复合材料结构在漫长生命周期内出现的损伤进行评估与修复。

政府问责局说：“要全面评估联邦航空局和企业能否充分解决安全隐忧、处理复合材料的保养与维修，现在为时尚早。”

此前，只有二级结构中独立的小零件，比如尾翼和机翼前缘，是由复合材料制造的。政府问责局审阅了有关的科学文献，并向机械师询问了有关把复合材料扩充到整个机身的论据。该机构发现，在损伤与老化问题上缺乏科学依据。

政府问责局发现，机械师并不了解这类材料发生损伤后的表现、损伤的外观以及随着材料老化上述因素会如何变化。由于复合材料的损伤难以发觉——实际上其损伤是看不见的——所以要修复一个可能由凹痕构成的风险是困难的。政府问责局的报告还说，几乎没有检查人员在接受诊断这类损伤的训练。

波音对此确信无疑。该公司发布声明说：“我们经过测试和分析，证明即便在极端条件下——这种条件很可能是飞机在服务周期内一次也碰不到的——飞机也是安全和耐用的。”

复合材料是由多层碳纤维与环氧树脂结合制造出来的。它的强重比高于铝，而且耐腐蚀。但是，这种材料存在另一种疲劳问题：容易折断，而不是像金属那样随着时间的推移而弯曲或拉长。

政府问责局说，虽然波音 787 可以认为是安全的，但监管人员必须重视对复合材料服务期内损伤的评估工作。英国克兰菲尔德大学的飞机结构专家菲利普·欧文说：“这些复合材料的长期老化情况实际上还不为人所知。这些结构往往组装为一个整体，在 30 年的服务期内会出现什么样的情况？”他说，人们对于金属的情况了解比较多。“相比之下，关于复合材料结构损伤、外观等问题，几乎没有质量相当的文章——必要的研究还在进行中。”

第三节　设备可靠性管理

设备的可靠性，是指设备在规定的时间内、规定的条件下，完成规定功能的性能。规定的条件主要包括三种：

(1) 温度、湿度、腐蚀性灰尘和气体、振动、冲击、地理、生物等环境条件；

(2) 连续生产、间断生产和满载、轻载等使用条件；

(3) 操作者的技术熟练程度。

影响设备可靠性有三大因素：

(1) 设备本身在设计、制造时已决定了的内在的固有的可靠性；

(2) 设备在使用、维修过程中，操作人员与维修人员对设备可靠性的影响；

(3) 设备所处的环境条件(如温度、相对湿度、大气压力、振动、冲击等)对设备可靠性的影响。

可见，设备的可靠性涉及到设备的研究、设计、制造、使用、维修直至报废的整个寿命周期。

可靠性作为一项技术指标，需要有一种能够和设备的其他特性一样，定量加以表示和测定的标准，这种标准就是表示可靠性的尺度，简称可靠度。因此，所谓可靠度，是用来表示设备在规定的时间内、规定的条件下，毫无故障地执行其规定功能的概率。可靠度就是对可靠性的概率度量。

案例 1

据加拿大《汉和防务评论》月刊报道：俄拒绝出售航舰用阻拦绳给中国。

2011 年，俄罗斯权威消息来源表示，不能向中国提供阻拦绳和航空母舰有关设备。最终俄国防工业政策决策者决定：不向中国出售 4 套阻拦绳。

至于安装在歼教-9 教练机以及歼-15 战斗机上的尾勾，是从乌克兰获得的样品，而不是直接从俄罗斯购买。

在进一步的深度采访中，俄罗斯国家武器进出口总公司地域总局局长说：“的确中国希望获得提供航空母舰使用的阻拦绳，但是我们没有向中国出售！”

俄罗斯外交部中国司多次公开的说明是：战略武器、技术不出售于中国。核武器、航空母舰是战略武器。

上述证言足以说明为何“瓦良格”航母在首次海试阶段并未安装阻拦绳的主要原因。

阻拦绳的生产是相当复杂的技术，它包括完全由电脑控制的下甲板变速器等，对钢材的硬度、韧性要求相当之高。目前世界上只有美国、俄罗斯能够生产阻拦绳。“过去一般为航舰安装 4 条阻拦绳，但是目前为引导航母安装的阻拦绳只有 3 条，由此证明了俄罗斯产品的高度可靠性”。通常飞行员只需要放下尾勾，勾住第二或者第三道阻拦绳。

在取得了阻拦绳样品，通过对下甲板变速器等在联设施进行现场研究之后，中国可能需要一段时间才能研制出自己的阻拦绳。

案例 2

印度研制迷你铁轨检测装置

据阿根廷《21 世纪趋势》周刊报道：位于坎普尔的印度技术学院日前研制出一款小巧的装置，能够检测铁道的磨损情况，避免火车出轨。这款装置与目前其他的类似装置相比实用性和可操作性更强，在铁路安全领域将起到至关重要的作用。

参与研究的该研究院机械工程师克希蒂·德奥表示，该装置是一个铁道状况监控完善系统，能够无障碍地安装在已有的铁路系统基础设施中。

在日复一日的使用中，铁轨会出现裂缝和螺丝松动等情况，造成列车出轨等重大交通事故。

印度技术学院研发的这一新装置仅重 100g，能够实时监测并自动记录在案，防止出轨事故的发生。

该装置建立在一个微电子机械系统基础上，能够持续监控铁道状况，保障基础设施的有效保养；还能利用全球定位系统进行跟踪记录，避免了人工记录可能出现的差错。

这一新装置可以根据火车在运行中的振动情况发现其中的异常，当参数超过设定限度时，系统会立刻通过警报声和指示灯向工程师报警。

目前的铁道监控系统体积过大且需要手动操作，需要至少两人的不间断工作，新装置不再有这两个缺陷，大大优化了监控系统的运行。

根据计划，有关部门将在每辆列车上安装至少 3 至 4 个新装置，将其普及到常规的铁路监控工作中。

案例 3

可靠性不高、安全性差、事故频发，印度飞行员害怕驾驶俄制战机

据美国战略之页网站报道：印度飞行员害怕自己驾驶的俄罗斯战机。

印度的一架苏-30MKI 战斗机在前不久坠毁，这种战机的引擎和其他许多俄制部件，因可靠性问题而广受批评。因此，印度飞行员对他们驾驶的许多俄罗斯战机的安全性感到担忧。米格战斗机是最危险的，而型号较新的苏-30 战机曾被认为要安全得多。最近的问题表明，苏-30 战机或许也不安全，于是就有了空间参谋长最近的这次飞行。

不过，米格战机目前仍有坠机事件发生。印度的一架米格-21 战斗机最近坠毁，这是今年坠毁的第五架米格战机。在印度 2011 年损失的战机中，米格战机所占比例超过了 70%。在过去的半个世纪里，印度共购买了 976 架米格-21 战机，其中半数以上已经报废，绝大多数是由于事故。

然而，在 1991 年冷战结束后，米格战机的缺陷(质量控制不严、可靠性不高并且驾驶难度高)令使用者叫苦不迭。在过去几年里，关于战机可靠性、事故和坠机事件的绝大多数坏消息，都与米格战机有关。

比如，印度所有的米格-27 战机 2010 年就停飞了 4 个月，因为人们怀疑这种飞机存在共同的机械问题。在恢复飞行之后的一个月内，又有一架米格战机坠毁。

第四节　设备改造、更新管理

一、设备改造

设备技术改造是指应用新的技术成就和先进经验，改变设备的原有结构，给旧设备装上新部件、新装置、新附件，或将单机组成流水线、自动线所采取的技术措施。通过

技术改造能改善现有设备的技术性能，提高设备工作能力，使其主要性能参数接近或达到新型设备的技术水平，而所需费用通常低于设备更新的费用。

设备技术改造能充分利用设备原有技术物质基础，充分挖掘设备的潜力，以克服原有设备的技术陈旧状态，这是提高设备能力、采用新技术既现实又合理的途径。设备技术改造有时比更新设备具有更大的技术经济效果。特别是目前我国装备工业暂时还不能充分提供某些特殊的、高精度、高自动化的先进设备或成套的系统设备，我们对某些现有设备采用新的技术进行改造，可使主要技术指标接近或者达到国际同类型设备的水平，就会减少昂贵设备的进口，提高设备的经济性。

二、设备更新

设备更新是指用技术性能更完善、经济效益更显著的新型设备来替换原有技术上不能继续使用或经济上不宜再使用的陈旧设备。进行设备更新的目的是提高企业技术装备的现代化水平，以提高产品质量，提高设备生产率，降低消耗和迅速适应企业生产经营目标，增强企业在国内外市场生存和竞争能力。

如美国、日本等国都是采取鼓励企业设备更新的政策，使企业技术装备水平不断提高，并大大领先一般发达国家，因而才取得目前这样经济发展的成果。

设备更新的类型：

(1) 役龄超期的设备。超过预定的使用年限，设备的有形磨损和无形磨损都达到相当大的程度，难以再恢复设备预定的功能，如继续使用运行费用会大大增加。

(2) 性能差影响产品质量的设备。由于自身存在难以消除的缺陷，设备技术性能、可靠性、维修性、经济性都较差。

(3) 经过多次大修已无法修复的设备。设备每进行一次大修理，其性能要下降一些，而设备运行费用将逐步增加，大修间隔期也会缩短，大修费用也将逐次递增。过多的大修在经济上是不合理的，而且还会阻碍设备技术进步。

(4) 技术落后的设备。这主要是由无形磨损引起的，设备生产效率低、劳动强度大、性能不良、环境污染严重、能耗大、不宜再继续使用的设备。

案例 1

据美国《防务新闻》周刊报道：F-22 将有新“大脑”。

由于对 F-22“猛禽”战斗机进行升级既困难又昂贵，美国空军也许会采取史无前例的举措，给喷气式战斗机加装堪称第二个中央神经系统的设备。

军方官员希望，在引入开放式结构后，把新技术植入这种有制空权的隐身战斗机时会便宜和方便得多。

“这款飞机的航空电子系统高度一体化，要增添东西很难，任何改装都要依靠(‘猛禽’的生产商)洛克希德•马丁公司和波音公司。”俄亥俄州赖特-帕特森空军基地 F-22 系统项目处(SPO)副处长戴维•韦伯尔说。

韦伯表示，引入开放式结构的目的，是让空军可以将升级工程交给各大公司竞争。他说，现在，“飞机结构是洛克希德•马丁公司的专利，每当我们想增加点新东西时，就

要被该公司敲诈一笔”。

但韦伯指出，新的结构或许还可以使空军以划算的成本将最老式“猛禽”提升到 3.2 标准。

F-22 系统项目处现代化办公室的负责人约翰·威廉斯上校说，新结构的安装也许会一步到位，也许会逐项进行。他说：“有可能会经过多次，这取决于你要开放些什么。要开放通信、导航和识别，也许还要进一步开放雷达等。实际上，也许会有很多人一起做这件事，但标准是统一的。”

随着越来越多的系统转入新结构，老系统将逐步退出。

案例 2

以色列秘密完成潜艇升级

据以色列《耶路撒冷邮报》网站报道：经过两年，以色列海军完成潜艇的秘密升级

以色列的战略能力将随着一艘“海豚”级潜艇的复出而得到提升，这艘潜艇经历了一次前所未有的结构性检修。

海军船厂负责人埃利·舒瓦赫上校说：“每一艘驶入造船厂接受维修和升级的船只，在离开时能力都会得到提升。”

复杂此次升级工作的多龙·巴雷凯特上校表示，翻修工作包括拆卸潜艇上的所有阀门、管道和声纳系统。发动机同样被拆开、清洗、重新组装起来。船体也被清洁一遍，外壳上的裂缝被焊补一新。

海军为整个升级工作花费近 1 亿新谢克尔(约合 2640 万美元)，这也成了这家船厂完成过的最昂贵的升级任务。

案例 3

俄为印升级“熊”式巡逻机

据英国《简氏防务周刊》报道：印度升级“熊”式海上巡逻飞机。

印度海军已经从俄罗斯军工企业别里耶夫飞机公司手中取回了第一架经过升级的图-142ME“熊”式远程海上巡逻/反潜飞机，并重新将其编入了现役。

这架尾翼编号 312 的飞机是于 2012 年 12 月 5 日交付印度空军的。经过升级的飞机型号改称图-421MSD。别里耶夫飞机公司没有透露将会有多少架飞机接受升级，不过印度在 1988 年曾购买了 8 架图-142ME，据信其中有 4 架仍在使用中。

《简氏防务周刊》获悉，升级的内容包括安装新的 NK-12 涡轮螺旋桨发动机和针对反潜任务进行了优化的“诺韦拉/海龙”成套装置，以及为延长飞机使用寿命对机身结构进行的改造。据信改进后的机型将携带 8 枚 Kh-35E 空舰导弹。别里耶夫飞机公司称，把印度海军的图-142ME 机群全部升级为符合图-421MSD 标准的工作应该在 2020 年前完成。

案例 4

台军接收赴美升级两架预警机

据“中央社”台北报道：台北空军两架去年赴美升级的空中预警机已完成改造升级

作业并运抵高雄港，2012 年 10 月 18 日凌晨由军方托运至小港机场进行解封作业，后续将进行试飞，若一切正常，预计 10 天后纳入作战序列。

美国在 2008 年 10 月同意对台军售案中，包含 4 架 E-2T 空中预警机性能提升案，价值 2.5 亿美元。

军方表示，2011 年 6 月首批两架运送赴美升级的 E-2T 战机(编号 2503、2504)，完成升级后名称为 E-2K，17 日已由船运抵达高雄港，17 日晚间至今天凌晨将飞机托运至小港机场。

军方人士指出，当初美方售台空中预警机时，因台湾的英文名字开头为 T，军方才称 E-2T，而非原称 E-2C；这次完成 22 项升级作业后，外观从 4 叶螺旋桨换成 8 叶螺旋桨，内部雷达侦测范围与敌我辨识等效能也全面提升。

军方表示，目前还有 2 架 E-2T(编号 2501、2502)已于 2012 年 11 月 8 日赴美进行战力升级作业，2013 年就能返台投入战备任务。

第五节　设备折旧

设备折旧就是设备在长期使用过程中，虽然仍旧保持它原有的实物形态，但由于不断磨损，使它的价值逐渐地减少。这部分以货币表现的设备因磨损而减少的价值，称为设备的折旧。

设备在使用过程中逐渐地磨损而转移到产品成本中去的那部分价值，构成产品成本的一项生产费用，称为折旧费或折旧额。当产品销售后，折旧费转化为货币资金，作为设备磨损的补偿。从设备进入生产过程起，它以实物形态存在的那部分价值不断减少，而转化为货币资金部分的价值不断增加。到设备报废时，它的价值已全部转化为货币资金。这时，这部分固定资金就完成了一次循环。为了保证在设备报废以后，有重新购置设备所需的资金，必须把它所转化的这部分货币资金，分期提存积累起来，这部分资金称为设备的基本折旧基金。

此外，为了保证设备的正常运行，必须对设备进行大修理。这些费用，也需计入产品成本中，并从产品销售收入中得到补偿。这部分货币资金，也需分期提存起来，称为大修理折旧基金。

通常用折旧率的形式技术各种折旧费的大小。合理的折旧率，应该是既反映有形磨损又反映无形磨损，有利于设备更新，促进企业发展。正确制订折旧率，使其尽量与设备的实际磨损相符合，是正确计算成本的根据。如果规定得过低，则设备使用期已超过，还未把设备的价值全部转移到产品中去。这就意味着把老本当收入，虚假地扩大利润，夸大积累，使设备得不到及时更新，影响企业的发展。如果将折旧率规定得过高，就会人为地减少利润，影响资金的正常积累，妨碍扩大再生产。因此，正确制定折旧率和提取折旧资金，正确制订更新政策，对促进新技术的运用和推广，合理组织再生产，有着重要的意义。

复习思考题

1. 设备维持阶段包括哪几方面内容?
2. 设备保养的主要内容有几方面?
3. 什么是设备的可靠性? 影响设备可靠性三大因素是什么?
4. 什么是设备改造与更新?
5. 什么是设备折旧?

第四章　设备合同管理

第一节　概　　述

1999 年 3 月 15 日第九届全国人民代表大会第二次会议通过了《中华人民共和国合同法》，1999 年 10 月 1 日起施行。该法由总则、分则和附则三部分组成。

一、合同的概念

合同是平等主体的自然人、法人、其他组织之间设立、变更、终止民事权利义务关系的协议。

设备工程合同是委托人与承包商就完成设备工程明确相互权利义务的协议。它包括设备工程设计合同、设备工程采购合同、设备工程加工承揽合同、设备工程安装合同、设备工程保险合同等内容。

二、合同法的基本原则

1．平等原则

合同法律关系中的双方当事人，不论自然人、法人，不论所有制的性质，不论经济实力的强弱，其法律地位平等，任何一方不得把自己的意志强加给另一方。平等原则是合同法律关系最本质特征的集中反映，是贯彻其他原则的前提和基础。

2．自愿原则

其含义是，当事人按照自己的意思缔结合同；决定合同的内容和对方当事人的选择；在不违反法律强行性规定的前提下，自主选择合同的形式。

3．公平原则

合同内容的确定应按社会公认的公平观念进行，合同一方当事人或第三方确定合同的内容时，只有符合社会公认的公平观念时，才对双方当事人发生法律约束力。

4．诚实信用原则

诚实信用原则是民事活动应遵循最重要的原则。诚实信用是指，合同当事人在订立和履行合同以及合同终止后的全过程中，都要讲诚实，守信用，相互协作，不得滥用权力。

5．遵守法律、维护社会公共利益的原则

当事人订立、履行合同应当遵守法律和不得损害社会公共利益。在一般情况下，合同的订立和履行，属于合同当事人之间的民事行为，其主要涉及当事人的利益。

6. 依法成立的合同对当事人具有约束力的原则

当事人应按照合同的约定履行各自的义务，非依法律规定或者取得相对人的同意，不得擅自变更或者解除合同；如果不履行合同义务或者履行合同义务不符合约定，应当依法承担违约责任。

第二节　设备设计合同管理

一、设备工程设计合同概述

1. 设备工程设计合同的概念

设备工程设计合同是委托人与设计人就完成设备工程的设计明确相互权利义务的协议。

2. 设备工程设计合同的作用

设备工程设计合同的作用表现为：

(1) 有利于保证设备工程设计合同任务保质、保期、保量顺利完成。

(2) 有利于委托与承包双方明确各自的权利、义务的内容以及违约责任，一旦发生争议，责任明确，避免了许多不必要的争执。

(3) 促使双方当事人加强管理与经济核算，提高管理水平。

(4) 为设备监理工程师在项目设计阶段的工作提供了监理依据。

3. 设备工程设计合同内容

(1) 订立合同依据的文件；

(2) 委托设计任务的内容、范围；

(3) 委托人应提供的有关资料、文件；

(4) 设计人应完成的设计成果；

(5) 设计费及支付；

(6) 其他；

(7) 违约责任。

设备工程设计合同如果对技术的开发、转让、咨询或服务有特定要求或对相关知识产权需要特殊保护的，当事人应签订专门的技术合同。

二、设计阶段的合同控制

大型的设备工程项目在合同中会涉及很多标准和规范，承包商必须认真地执行合同规定的设计规范和标准，相对承包商的设计部门人员来讲，了解和熟悉的是它们习惯使用的规范和标准，而对于合同中规定的规范和标准不一定能够全面熟悉并遵守，例如某石化项目中一个单项装置，业主在合同中规定的规范、标准和程序就多达 558 个(其中涉及工程实践标准 199 个、技术规范 123 个、各种程序 236 个)。而承包商设计部门的人员不可能对这些规范、标准、程序都了解。因此，设计输出就会在线性化发生很多的设计

变更，设计变更越多，越反映出设计输出不成熟，最终会造成进度的延迟，工时和物力的浪费。因此，加强对设计过程的控制，让设计人员事先了解并使用合同规定的技术规范和标准，使他们在使用时知道应该注意到合同的规定。同时，应加强对设计输出的审查，按程序规定实施阶段性的设计评审，使设计输出符合设计输入的要求，达到合同规定的技术性能和工艺要求。

第三节　设备采购合同管理

一、设备采购合同概述

1．设备采购合同概念

设备采购合同，是指设备出卖人将设备的所有权转让于买受人，买受人支付价款的合同。

2．设备采购合同特征

设备采购合同属于买卖合同，具有买卖合同的一般特征：

(1) 出卖人与买受人订立买卖合同，是以转移财产所有权为目的。设备的出卖人应担保享有标的物的所有权或者处分权。法律、行政法规禁止转让的设备不得以其为采购合同标的物；限制转让的设备，订立采购合同应依照有关规定。

设备的所有权自标的物交付时起转移，但法律另有规定或者当事人另有约定的除外。当事人可以在设备采购合同中约定买受人未履行支付价款或者其他义务的，设备的所有权属于出卖人。设备所有权转让不包含设备中体现的知识产权。

(2) 买卖合同是双务、有偿合同。所谓双务有偿是指合同双方互付一定义务，出卖人应当保质、保量、如期交付合同定购的设备，买受人应当按合同约定的条件接受货物并及时支付货款。

(3) 买卖合同是诺成合同。除了法律有特殊规定的情况外，当事人之间意思表示一致，买卖合同即可成立，并不以实物的交付为合同成立的条件。

二、设备采购合同主要内容

设备的采购合同，形式上分为约首、合同条款和约尾三部分。约首主要写明采购方和供货方的单位名称、合同编号和签约地点。约尾是当事人就条款内容达成一致后，最终签字盖章时合同生效的有关内容，包括签字的法定代表人或委托代理人、开户行和账号、合同的有效起止日期等。

设备买卖双方的实体权利和义务，均由合同条款来约定。合同条款应包括以下几个方面内容：

(1) 产品名称、商标、型号、生产厂家、定购数量、合同金额、供货时间及每次供货数量；

(2) 质量要求的技术标准、供货方队质量负责的条件和期限；

(3) 交(提)货地点、方式；
(4) 运输方式及到站费用的负担责任；
(5) 包装标准、包装物的供应与回收；
(6) 验收标准、方法及提出异议的期限；
(7) 结算方式及期限；
(8) 如需提供担保，另立合同担保书作为合同附件；
(9) 违约责任；
(10) 解决合同争议的方法；
(11) 其他约定事项。

三、设备采购阶段的合同控制

设备工程项目所需的设备，多数情况下由业主自行采购。若设备工程中的设备由承包商负责采购，重要的是合格供应商的选择，承包商采购设备过程中对供应厂家的比较和选择，应将结果报业主。对重要的关键设备采购可按招标投标过程进行控制。

此外，对于重要设备还要对设备制造厂家实施设备监造，视设备采购过程的重要程度，分级进行监造和管理。实施监造程度的等级，一般分为 A、B、C、D 四个等级，A 级为凭合格证接受；B 级为出厂前的最终检验接受；C 级为干警事先设定的见证点进行监造，出厂前进行验收；D 级为派员驻厂实施监造，对设备的制造进行全过程的控制。根据设备工程的采购计划同时制订出所有设备的监造计划，对需要事先设定的见证点进行监造的设备，在采购合同中应作出规定，把需要见证的项目列出见证表或者事后在供应商提交的质量检验计划上设立需要见证的项目，以便对设备的制造过程的质量进行控制。

设备制造过程中的油漆、包装、储运等环节，也是不容忽视的控制环节。由于油漆、包装、储运的问题，造成设备到达工地现场无法直接安装，有的甚至损害严重，不得不返厂返工或返修。例如某设备工程项目的实施中，发生了许多类似问题：大型变压器，由于内部铁芯与壳体的隔离不好，运输到工地发现铁芯接地而返厂检修；汽轮机整体转子，由于轴承托架固定不好，在运输过程中串位，造成叶片损害甚至报废；转子轴径因防护不良而锈蚀，造成严重后果；精密仪器受潮生锈、受震动发生偏差等。一旦发生类似问题，将导致工期拖延、成本增加。这一环节的控制，一方面要加强检查，另一方面可以通过投保避免风险。当设备到达工地现场后，业主与供货方应共同检验，一般需要对到货的现状进行拍照，包括卸货前捆绑、就位的状况，特别是外观有损坏的地方。对到货的数量进行清点，核对发货清单与实物是否一致，对所有的检查结果经承运人确认在记录上签字。对设备的外观检查时，如有必要可取下部分罩壳或挡板，作进一步检查，以便查明内部结构安装、加工质量和清洁状况。对特殊防护措施的部位，如充氮保护要检查氮气压力，有否泄漏；充油部位有否漏油等。对设备内部的质量问题，能够当场检验的，应在卸货后立即检验(如电气的绝缘)，以便及时发现问题。

设备运抵现场后，对设备维护和防护也是应该注意的问题之一。设备到达现场后，

应及时建立维护和防护记录，对不同的设备维护和防护的要求是不一样的，因此，要有专人负责对各种设备做记录，包括定期检查绝缘状况、通电加热烘干、充氮压力、干燥剂状态、转动部件灵活与否、各种表计状况、转子盘转等，对仓储条件有特殊要求的设备，按照要求对温度、湿度进行控制，及时记录温(湿)度的变化，将其控制在允许范围内。对室外露天仓储的设备应检查原包装的完好程度，应有一定的防雨雪、防台风、防积水、防火、防鼠等措施。

在采购过程中，对供货商提供的文件应注重文档管理。一般来讲，供货商提交的设备安装、维护、运行等文件，应包括流程图、布置图、安装详图、管线清单、材料及备件清单、电气图、终端图、噪声数据、计算书、安装、运行说明书、维护手册等。

在设备采购合同履行中，还应对供应商按照设备采购合同规定为设备调试提供的备品配件进行查验，并督促其在设备调试期间提供一定的技术支持和服务。

第四节　设备承揽合同管理

一、设备承揽合同概述

1．设备承揽合同的概念

设备承揽合同是揽承人按照定作人的要求完成工作，交付工作成果，定作人给付报酬的协议。承揽包括加工、定作、修理、复制、测试、检验等工作。

承揽合同的内容包括承揽的标的、数量、质量、报酬、承揽方式、材料的提供、履行期限、验收标准和方法等条款。

2．设备承揽合同的特征

设备承揽合同具有以下特征：

(1) 设备承揽合同的标的是特定的工作成果，而不是一般的工程设备。

(2) 设备承揽合同的工作成果要具有相应的物质形态。

(3) 承揽人应以自己的设备、技术、劳力完成工作成果。

二、设备制造阶段的合同控制

1．制造过程的见证

当设计确定后，工程设备的质量好坏，在很大程度上取决于制造加工过程的控制。从原材料的采购，到毛坯形成、热处理、粗加工、焊接、精加工、无损探伤、水压试验、部套试验、总装配、油漆，直到包装，任何工序出现问题都会影响设备的质量。

在设备承揽合同中所规定的材料代用、作业指导书、质量检验和试验计划、焊接工艺规范等工艺文件应经业主或设备监理工程师的审查。承包商应根据审查的意见进行必要的文件修订，以保证制造过程复合业主和合同的要求。设备监理工程师部件要审查工艺文件，而且对质量检验和试验计划上的 R(文件见证点)/W(现场见证点)/H(停止待检点)实施见证。对 R 点的见证是对文件和记录进行审核，检查相关的文件与记录是否齐全、

完整，是否有效，例如原材料进场的原始凭证包括厂方的合格证、机械性能试验和化学分析报告等；制造过程中应作的报告或记录。对 W 点的见证，是指在制造工序进行到该 W 点之前，承包商必须书面通知业主代表或设备监理工程师实施见证，若进行到该工序时业主代表未到现场，承包商可以继续进行下道工序，但要由业主代表确认，对 W 点的见证不仅是停留在该点的工序上，首先应检查该工序之前的工序是否符合要求，该工序执行的工艺文件和图纸是否有效；其次应检查操作者的资格，特别是特种作业人员如是否取得特种作业操作资格证书；再次应检查机械设备是否适用，精度能否保证；加工的材料是否符合图纸要求；作业场所包括光线、环境、温度、尘埃等是否合适；检查工人使用的测量器具是否合格等。对 H 点的见证，内容与 W 点的见证类似，但程序有所不同，若业主代表未能到达制造现场时，除非事先得到业主的书面同意，否则制造工作必须停止，不可继续进行下道工序。通过 R/W/H 的见证，设备监理工程师应在相应的文件上签字。

为确保设备制造质量符合合同要求，当事人在合同中应明确规定对质量控制点(R/W/H)见证的实施办法，包括对 W/H 见证的通知时间、通知办法，H 点的等待时间长短，承包商的工作超越见证点后的补救措施等。

2．对检查出的设备质量问题的处理

对检查出的设备质量问题按其严重程度实施分级管理。对于一个大型的设备工程项目，设备的设计、制造、安装、调试等各阶段，出现的质量问题可能会有上千个之多，应根据其性质、严重程度、影响范围及处理方法等因素进行分类，分为一般的、重要的与严重的三类。通常这三类质量问题的数量是呈金字塔形式分布的，一般的不合格数量应占大多数，重要的数量占其次，而严重的不合格数量应该是极少数的。再按照质量问题的分类界限与定义，明确其负责部门与处理权限，并规定不同的流转顺序。对于一般的质量问题，可以由承包商自行处理并记录，以备业主检查；对于重要的质量问题可以作为信息通报业主，若业主对其分类与处理方法有异议时，再予以纠正；对于第三类严重的质量问题，它可能会影响到设备的最终功能或者影响到设备的寿命及强度，对于这类质量问题的处理与纠正方案必须经过业主的同意与批准后，方可实施。应当注意的是，很多承包商往往对质量问题的发生、评估、处理、再见证的过程重视不够，由检查员或工长、车间主任全权处理，用“整改通知单”甚至口头通知予以处置，不做任何记录，更不向业主通知信息，片面地认为质量问题不需要保留任何的记录，记录多就表示质量不好，质量问题在其内部进行“消化”，甚至很严重的质量问题也不通知业主，把一个不合格的产品或有潜在隐患的设备交给业主。事实上，质量问题数量的多少反映了对设备质量的控制程度，并不能直接说明设备质量的好坏，恰恰相反，若一个设备工程项目实施过程中没有任何质量问题的发生，设备工程质量更值得怀疑。

对设备质量问题的处理，应要求承包商制定质量问题的控制程序，根据现场实际发生的质量问题的情况，每月或每季度编制一份设备质量问题报告，使各相关单位能十分清晰地了解到实际发生了多少各类质量问题，对每个质量问题处理的过程，问题解决的程度，何时能够全部解决等信息。

第五节　设备工程安装合同管理

一、设备工程安装合同概述

(一) 设备工程安装合同的概念

设备光信号安装合同，是发包人和承包人为完成商定的设备安装调试工作，明确相互权利、义务关系的合同。

依照设备工程安装合同，承包人应完成一定的设备工程安装调试任务，发包人应提供必要的条件并支付工程价款。

设备工程安装合同中，代表发包人进行合同管理的是设备监理工程师，工程师可以是发包人委派的发包人代表，也可以是监理单位派出的注册设备监理师。

(二) 设备工程安装合同类型

以付款方式进行划分，设备工程安装合同可分为以下几种。

1．总价合同

总价合同，是指在合同中确定一个完成项目的总价，承包人据此完成项目全部合同内容的合同。这种合同类型能够使发包人在评标时易于确定报价最低的承包商，易于进行支付计算。但这类合同仅适应于工程量不太大且能精确计算、工期较短、技术不太复杂、风险不大的项目。因此，采用这种合同类型要求发包人必须准备详细全面的设计图纸和各项说明，使承包人能准确计算工程量。

2．单价合同

单价合同，是指承包人在投标时，以招标文件就分部分项工程所列出的工程量表确定各部分项目工程费用的合同类型。

这类合同的适用范围比较宽，其风险可以得到合理的分摊，并且能鼓励承包人通过提高工效等手段从成本节约中提高利润。这类合同履行中需要注意的问题则是双方对实际工作量的确定。

3．成本加酬金合同

成本加酬金合同，是由发包人向承包人支付工程项目的实际成本，并且按照事先约定的某一种方式支付酬金的合同类型。在这类合同中，发包人须承担项目实际发生的一切费用，因此也承担了项目的全部风险。承包人由于无风险，其报酬往往也较低。

这类合同的缺点是发包人对工程造价不易控制，承包人也往往不注意降低项目成本。这类合同主要适用于以下项目：一是需立即开展工作的项目；二是新型的工程项目，或对项目工程内容及技术经济指标未确定的项目；三是风险大的项目。

(三) 合同类型的选择

在此仅讨论以付款方式划分的合同类型的选择，合同的内容视为不可选择。选择合同类型时应考虑如下因素。

1．项目规模和工期长短

如果项目的规模较小，工期较短，合同类型的选择余地较大，总价合同、单价合同及成本加酬金合同都可选择。如果项目规模大、工期长，则项目的风险也大，合同履行中的不可预测因素也多。这类项目不宜采用总价合同。

2．项目的竞争情况

如果在某一时间和地点，愿意承包某一项目的承包人较多，则发包人拥有较多的主动权，可依照总价合同、单价合同、成本加酬金合同的顺序进行选择。

3．项目准备时间的长短

对于不同的合同类型，发包人和承包人分别需要不同的准备时间和费用。总价合同需要的准备时间和费用最低，成本加酬金合同需要的准备时间和准备费用最高。对于一些紧急的项目如抢险救灾等项目，给予发包人和承包人的准备时间非常短，因此只能采用成本加酬金的合同形式。反之，则可采用单价或总价合同形式。

4．项目的外部环境因素

项目的外部环境因素包括项目所在地区的政治局势是否稳定、经济局势因素(如通货膨胀、经济发展速度等)、交通状况、生活条件等。项目的外部环境恶劣意味着项目的成本高、风险大、不可预测的因素多，承包人很难接收总价合同方式，而较适合采用成本加酬金合同。

二、设备安装阶段的合同控制

设备安装的施工质量，对设备工程的进度、质量、费用都会产生重大影响。为了降低设备安装阶段给整个设备工程项目带来的风险，对设备安装过程进行控制是极为必要的。

在设备安装阶段，应按照设备安装合同的规定，要求承包商编制质量检验计划ITP(Inspection and Test Plan)，设立质量控制点。该质量检验计划必须报设备监理工程师或业主批准，并在质量检验计划上加设业主的控制点。对大学或重要的设备，还应要求承包商编制相应的安装作业指导书，报设备监理工程师或业主审批。业主对作业指导书提出审查意见的，承包商应按业主的意见修订作业指导书，再经业主批准。只有经业主的批准，安装作业指导书方可供现场使用。

为了控制设备安装质量，对安装过程应实施见证签字确认程序。凡质量检验计划上有业主设置的质量控制点(B/W/H)，业主或设备监理工程师应派代表参加见证。此外，在设备安装过程中，承包商还必须建立安装记录，有些安装记录的数据必须经过业主签字认可。

安装工作结束后，在移交给调试部门之前，必须有一次联合检查的步骤，即承包商的专业人员、业主代表包括各种专业的人员和调试、运行人员参加的联合检查。各专业人员从不同角度，按各专业的要求对设备的安装提出不符合标准或没有满足合同的地方，需要承包商按未完成项或消缺项来处理。联合检查的结果应该记录在案，并有人对这些

问题的处理进行跟踪，对每一项问题的处理结果，应由业主代表签字认可。当这些未完成项或消缺项全部清理完毕，该设备即安装完毕，可以进行设备调试，设备的管辖权由调试人员接管。

三、设备调试阶段的合同控制

工程设备的调试和试运行是工程设备移交给业主的最后阶段，也是风险较大的阶段，无论对设备还是对人身的安全都是至关重要的。因此，应采取相应的措施来降低该阶段的风险。

在调试开始前，应要求承包商提交设备工程的调试计划，把整个工程分解成若干个子系统或单元，明确各个子系统或单元的调试项目或联动试验。当安装调试计划将对某一子系统或单元进行调试时，还应对进入该调试区域的人员进行培训，使他们了解程序的要求和注意事项。凡进入该调试区域工作的人员都应由调试指挥部门统一核发安全工作证卡，安全工作证卡的内容包括工作的性质、什么系统、哪个部位、是否动火作业、申请工作时间的长短、工作人员数量、负责人姓名、监督人姓名等内容。

调试区域周围应设置警示标志、警戒线，任何人员应凭安全工作证卡方可进入调试隔离区工作，在给定的时间内必须规划安全工作证卡，则要办理延期手续，总之，没有许可是不能在隔离区域内工作的。在调试区域的所有电源开关、配电盘、阀门、手轮都应挂牌上锁，没有许可不能摘牌开锁。挂牌的种类分为“警示”、“禁用”“在用”几种状态。在隔离区内工作完毕必须恢复原状，归还安全工作证卡时，由调试指挥部的人员确认已恢复原状并收回安全工作证卡。

调试工作必须使用规定的调试记录表格进行记录，由调试人员在每张表格上签字，并且每张检查表格都应留有业主代表签字的地方。调试记录表格分为两类：一类是调试前的系统安装检查表，以验证系统是否具备调试的条件，安装工作是否符合要求；另一类是调试数据记录表，用以记录设备的性能、参数、各项指标是否达到设计的要求，设备在各种工况下运行是否满足合同的要求。

尽管调试工作是在安装工作结束后进行的，但其准备工作应在设备安装阶段时开始。例如某石化项目汽电联产装置总共的调试表格达 5167 份，整个调试阶段的所有表格都经过业主代表签字确认，在这种情况下，调试工作是受控的，提供的数据是可靠的。通过这些记录表格的使用和现场相关程序的贯彻，可以很大程度地降低业主的风险。

复习思考题

1. 设备工程设计合同如何控制？
2. 设备采购合同的主要内容是什么？

3. 设备制造阶段合同如何控制？
4. 设备工程安装合同可分为几种？
5. 设备的调试和试运行应注意哪些问题？

第五章　设备故障与诊断管理

设备故障，一般是指设备或系统在使用中丧失或降低其规定功能的事件或现象。设备是企业为满足某种生产对象的工艺要求或为完成工程项目的预计功能而配备的。设备的功能体现着它在生产活动中存在的价值和对生产的保证程度。在现代化生产中，由于设备结构复杂，自动化程度很高，各部分、各系统的联系非常紧密，因而设备出现故障，哪怕是局部的失灵，都可能造成整个设备的停顿，整个流水线、整个自动化车间的停车。设备故障直接影响企业产品的数量和质量。通过探索故障发生的规律，对故障进行记录，对故障机理进行分析，以采取有效的措施来控制故障的发生。

故障是设备在寿命周期过程中必然要发生的现象，它使设备暂时或永久地丧失其功能。通过对故障产生机理的了解，人们一方面从设备的设计、制造、安装、维护过程中尽量寻找减少和延迟故障事件的办法，另一方面，又从设备状态监测和设备故障诊断中，努力提高故障发生的预知性，以便采取适当的措施，在考虑故障的条件下力求设备的寿命周期费用最省，提高设备的效益。

第一节　设备故障的分类

设备故障是多种多样的，可以从不同角度对其进行分类。

按发生状态，设备故障可分为：

(1) 渐发性故障。是由于设备初始参数逐渐劣化而产生的，大部分机器的故障都属于这类故障。这类故障与材料的磨损、腐蚀、疲劳及蠕变等过程有密切的关系。

(2) 突发性故障。是各种不利因素以及偶然的外界影响共同作用而产生的，这种作用超出了设备所能承受的限度。例如：因机器使用不当或出现超负荷而引起零件折断；因设备各项参数达到极值而引起的零件变形和断裂。此类故障往往是突然发生的，事先无任何征兆。

突发性故障多发生在设备初期使用阶段，往往是由于设计、制造、装配以及材质等缺陷，或者操作失误、违章作业而造成的。

按性质，设备故障可分为：

(1) 间断性故障。指设备在短期内丧失其某些功能，稍加修理调试就能恢复，不需要更换零部件。

(2) 永久性故障。指设备某些零部件已损坏，需要更换或修理才能恢复使用。

按影响程度，设备故障可分为：

(1) 完全性故障。导致设备完全丧失功能。

(2) 局部性故障。导致设备某些功能丧失。

按发生原因划分，设备故障可分为：

(1) 磨损性故障。由于设备正常磨损造成的故障。

(2) 错用性故障。由于操作错误、维护不当造成的故障。

(3) 固定的薄弱性故障。由于设计问题使设备出现薄弱环节，在正常使用时产生的故障。

按危险性，设备故障可分为：

(1) 危险性故障。例如，安全保护系统在需要动作时因故障失去保护作用，造成人身伤害和机床故障；制动系统失灵造成的故障等。

(2) 安全性故障。例如，安全保护系统在不需要动作时发生动作，造成机床不能起动的故障。

按发生、发展规律，设备故障可分为：

(1) 随机故障。故障发生的时间是随机的。

(2) 有规则故障。故障的发生有一定规律。

每一种故障都有其主要特征，即所谓故障模式，或故障状态。各种设备的故障状态是相当繁杂的，但可归纳出以下数种：异常振动、磨损、疲劳、裂纹、破裂、过度变形、腐蚀、剥离、渗漏、堵塞、松弛、绝缘老化、异常声响、油质劣化、材料劣化、黏合、污染及其他。

第二节　故障产生原因

设备故障产生的原因可分为源发性先天原因(设计原因、材料原因、制造原因、安装原因等)和后天管理原因(保养原因、修理质量原因、操作原因、使用原因等)。

一、源发性先天原因

1．设计原因

原设计结构、尺寸、配合、材料选择不合理、超出零件强度、刚度、稳定性等许用条件等。

2．原材料缺陷

材料选用不符合技术条件，材质不符合规定的标准，铸、锻、焊件本身存在缺陷，热处理变形是产生磨损、腐蚀、过度变形、疲劳、破裂等现象的原因。

3．制造原因

原制造的机加工、铸锻、热处理、装配、标准元器件，从毛坯准备、切削加工、压力加工、热处理、焊接和装配加工，到机械设备完成在机制工艺过程的每道工序中，都有可能积累应力集中，或产生微观裂纹等缺陷，经装配使用时才在工作状态下显现出来的原因。

4．安装原因

建筑基础、垫铁、地脚螺栓、水平度、防振等原因。

二、后天性管理原因

1．设备保养原因

润滑、擦拭、紧固、调整等原因。其中润滑包括润滑不良、不及时润滑，油质不合格，油量不足或超量，油的牌号种类错误；加油点堵塞，自动润滑系统工作不正常等。

2．维修原因

修理、调整、装配不合格，备件、配件不合格，局部改进不合理等。

3．操作原因

操作者精神不集中，不按规程操作，没有培训上岗操作、野蛮操作等。

4．使用原因

加工件超规格，加工件不符合要求，超切削规范，加工件超重，设备超负荷等。

设备在运转过程中没有预料到的使用条件变化，如出现过载、过热、高压、腐蚀、润滑不良、漏电、漏油、操作失误、维修护理不当等，都会引起设备故障。

由以上故障分析可知，设备在进行各种分析时，大多强调设备物质形态方面的原因。事实上，由于管理混乱和管理不善带来的故障，约占故障总数的 30%～40%。随着科学技术的进步，人们对设备故障的分析不再仅停留在硬件形态方面，而开始重视软件缺陷造成的故障分析，如人的素质、操作技能、管理制度等。

第三节　诊断技术与监测

所谓设备诊断技术是定量地掌握设备状态(指设备所受的应力、故障和劣化、强度和性能)，与此设备的可靠性和性能，识别和评价其故障产生的原因、部位、危险程度，决定其修正方法。

设备诊断技术是一门涉及到熟悉、物理、化学、力学、声学、电子技术、机械、传感技术、计算机技术和信号处理技术等多学科的综合性学科。它依靠先进的传感技术与在线检测技术，采集设备的各种具有某些特征的动态信息，并对这些信息进行各种分析和处理，确认设备的异常表现，预测其发展趋势，查明其产生原因、发生的部位和严重的程度，提出针对性的维护措施和处理方法。

随着设备复杂程度的增加，各种零部件受力状态和运行状态不同，如变形、疲劳、冲击、腐蚀、磨损和蠕变等因素以及它们之间相互作用，各零部件具有不同的失效原因和失效周期。设备的故障过程实际上是零部件失效过程。机械故障诊断实质上就是利用机器运行过程中各零部件的二次效应(如由磨损后增大的间隙所造成的振动)，由现象判断本质，由局部推测整体，由当前预测未来。它是以机械为对象的行为科学，其最终目的就是力图发挥出设备寿命周期的最大效益。机械设备故障诊断技术方面的检测、分析和诊断的主要方法有：

(1) 振动和噪声诊断法；

(2) 磨损残留物、泄漏物诊断法；

(3) 温度、压力、流量和功率变化诊断法；

(4) 应变、裂纹及声发射诊断法。

实行按状态维修须根据不同机器的特点，选择恰当的诊断方法。

一、设备诊断基本技术

1．检测技术

在进行设备诊断时，首先要定量检测各种参数。有些数值可直接测得，也有许多应该检测部位的数值不能直接测得，因此首先要考虑的是对各种不同的参数值如何监测，哪些项目需长期监测、短时监测或结合修理进行定期测定等。一般对于不需长期监测的量可采取定期停机测定并修理；对不能直接测到的数据可转换为与之密切相关的数据进行检测。尽量采用在运转过程中不拆卸零部件的情况下进行检测。在达到同样效果的情况下，尽量选择最少的参数进行检测。

根据设备的性质与要求，正确地应用与选择传感器也是很重要的问题。有些参数的取得不需要传感器，如测定表面温度。而有些参数不仅需要传感器，而且要联系监测。要恰当地选择传感器装置以获取与设备状态有关的诊断信息。

2．信号处理技术

信息是诊断设备状态的依据，如果获取的信号直接反映设备状态，则与正常状态的规定值相比较即可得出设备处于某种状态的结论。但有些信号却伴有干扰，如声波、振动信号等，故需要滤波。通过数据压缩、形式变换等处理，正确地提取与设备状态和故障有关的征兆特征量，即为信号处理技术。

3．识别技术

根据特征量识别设备的状态和故障，先要建立判别函数，确定判别函数，确定判别的标准，然后再将输入的特征量与设备历史资料和标准样本比较，从而获得设备的状态或故障的类型、部位、性质、原因和发展趋势等结论性意见。

4．预测技术

预测技术就是预测故障将经过怎样的发展过程，何时达到危险的程度，推断设备的可靠性及寿命期。

5．振动和噪声诊断技术

振动和噪声诊断方法，就是通过对机器设备表面部件的振动和噪声的测量与分析，通过运用各种仪器对运转中机械设备的振动和噪声现象进行监测，以防范因振动对各种运转设备产生的不良影响，监视设备内部状况并进而预测判断机器设备的状态。在不停机的情况下监测机械振动状况，采集和分析振动信号，判断设备状态，从而搞好预防维修，防止故障和事故的发生。正由于振动的广泛性、参数的多维性、测振技术的遥感性和实用性，决定了人们将振动监测与诊断列为设备诊断技术的最重要的手段。它的方便性、在线性和无损性使它的应用越来越广泛。

6．润滑油磨粒检测技术

磨粒监测的技术方法有铁谱分析技术、光谱分析技术和磁塞分析法，以及过滤分析

法等。

7．无损探伤技术

无损探伤是指在不损伤物体构件的前提下，借助于各种检测方法，了解物体构件的内部结构和材质状态的方法。无损探伤技术包括超声波探伤、射线探伤、磁粉探伤、渗透探伤以及声发射检测方法。在工业生产和故障诊断中目前应用最为广泛的就是超声波探伤技术。

所谓超声波探伤法是指由电振荡在探头中激发高频声波，高频声波入射到构件后若遇到缺陷，会反射、散射、衰减，再经探头接受转换为电信号，进而放大显示，根据波形确定缺陷的部位、大小和性质，并根据相应的标准或规范判定缺陷的危害程度的方法。

8．温度监测技术

温度监测技术是利用红外技术等温度测量的方法，检测温度变化，对机械设备上某部分的发热状态进行监测，发现设备异常征兆，从而判断设备的运行状态和故障程度的技术。其中红外监测技术是非接触式的，具有测量速度快、灵敏度高、范围广、远距离、动态测量等特点，在高低压电器、化工、热工、工业窑炉以及电子设备工作状态监测和运行故障的诊断中，比其他诊断技术，有着不可替代的优势。在机械设备故障诊断中，温度监测也可作为其他诊断方法的补充，在工业领域中被广泛应用。

二、监测的方法

1．振动监测

在机械设备的监测和诊断中，诊断监测是普遍常用的监测方法。振动是一切回转运动和往复运动机械中最普遍的现象。产生机械振动的应用有很多，归纳起来有以下几方面原因：

(1) 零部件加工或装配中的偏心、轴弯曲，旋转体的材质分布不匀，使设备运转时产生惯性力。

(2) 往复杆件，在往复运动时产生惯性力。

(3) 支承零件以及传动机构零件的磨损、损坏，会使机构及机件随之产生振动。

(4) 设备基座以及动力系统的激励。

在振动分析中，通常使用传感器把机械能转换成电能，使传感器产生电信号并与机械振动呈函数关系。振动测量的传感器，一般常用的有位移型传感器、速度型传感器和加速度型传感器三种类型，根据测量参数的不同可选用不同的结构形式。

2．温度测量

温度是表示物体冷热程度的物理量，也是物质分子运动能量大小的反映和标志。物体在生产或运行过程中许多物理现象和化学作用的结果，大多可归结到温度这个状态量上来，所以在设备中的机型机件和电气元器件，常常会引起温度变化而产生“热故障”。因此，通过温度监测来查出早期设备的故障是十分有效和必要的。例如，机件中由于不正确的故障位置、过载运行、轴承的磨损运转或润滑不良等原因，会产生异常热量。又

如电气系统中由于机件间摩擦磨损导致绝缘层破坏，负载过大、电阻值变化，电缆接头老化、松动、接触不良，都会使系统内局部区域产生异常升温。

3．裂纹检测

在机械构件或零部件的材质中，缺陷是难以避免的，但最危险的是出现裂纹缺陷。这种缺陷产生的原因很多，有的是热加工引起的，有的是焊接不良造成的。也有的是经过长期运行后所产生的疲劳裂纹、蠕变裂纹。如果运行的机件上裂纹产生控制，就会对设备安全和生产安全造成很大威胁甚至严重后果。

4．磨损监测

磨损状态是机件故障失效的又一种常见形式。由于机器在正常传动和运行中，需要传递转速、转矩和功率，这就会在机件有相对运动的接触部位产生不可避免的磨损。这种磨损造成的故障在机械设备中所占比重较大，同时事故带来的经济损失也较严重。

第四节　典型零件故障

随着现代工业的发展和科学技术的不断提高，设备正不断朝着大型化、高速化、连续化、集中化、自动化和精密化的方向发展，其组成和结构也变得越来越复杂，这直接导致故障率增加和诊断的异常困难，其中关键零部件如滚动轴承、齿轮等某些细微的损伤性故障或异常若不及时检测并排除，就可能造成整个系统的失效、瘫痪，甚至导致灾难性后果。

一、滚动轴承振动故障监测与诊断

滚动轴承是机电设备中应用最为广泛的机械部件，也是最易损坏的部件之一。近年来，国内外因轴承损伤性故障而引起的重大事故屡有发生。

(一) 滚动轴承

滚动轴承由内圈、外圈、滚动体和保持架四类零件组成，它的主要优点是：摩擦阻力小、启动快、效率高；安装、维修方便；制造成本低、滚动轴承在运转过程中可能会由于各种因素造成损坏，如装配不当、润滑不良、水分和异物侵入、腐蚀和过载等都可能会导致轴承过早损坏。即使在安装、润滑和使用维护都正常的情况下，经过一段时间运转，轴承也会出现疲劳剥落和磨损而不能正常工作。滚动轴承工作时内、外套圈间有相对运动，滚动体既自转又围绕轴承中心公转，滚动体和圈套分部受到不同的脉动接触应力。根据工作情况，滚动轴承的故障原因是十分复杂的。

(二) 滚动轴承的失效形式

1．疲劳剥落

在滚动轴承的滚道或滚动体表面，由于承受交变负荷的作用使接触面表层金属呈片状剥落，并逐步扩大而形成凹坑。若继续运转，则将形成面积剥落水域。

由于安装不当或轴承座孔与轴的中心线倾斜等原因将使轴承中局部区域承受较大负

荷而出现早期疲劳破坏。

2．磨损

当滚动轴承密封不好，使灰尘或微粒物质进入轴承，或是润滑不良，将引起接触表面较严重的擦伤或磨损，并使轴承的振动和噪声增大。

3．裂纹和断裂

材料缺陷和热处理不当，配合过盈量太大，组合设计不当，如支承面有沟槽而引起应力集中等，将形成套圈裂纹和断裂。

4．压痕

外界硬粒物质进入轴承中，并压在滚动体与滚道之间，可使滚动表面形成压痕。此外，过大的冲击负荷也可以使接触表面产生局部塑性变形而形成凹坑。当轴承静止时，即使负荷很小，由于周围环境的振动也将在滚道上形成均匀分布的凹坑。

(三) 信号特征

1．轴承内圈损伤

轴承内圈产生损伤时，如剥落、裂纹、点蚀等，若滚动轴无径向间隙时，会产生冲击振动。

通常滚动轴承都有径向间隙，且为单边载荷，根据点蚀部分与滚动体发生冲击接触的位置的不同，振动的振幅大小会发生周期性的变化，即发生振幅调制。

2．轴承外圈损伤

当轴承外滚道产生损伤时，如剥落、裂纹、点蚀等，在滚动体通过时也会产生冲击振动。由于点蚀的位置与载荷方向的相对位置是一定的，所以这时不存在振幅调制的情况。

3．轴承滚动体产生损伤时，如剥落、裂纹、点蚀等，缺陷部位通过内圈或外圈滚道表面时会产生冲击振动。

在滚动轴承无径向间隙时，会产生冲击振动。

通常滚动轴承都有径向间隙，因此，同内圈存在点蚀时的情况一样，根据点蚀部位与内圈或外圈发生冲击接触的位置不同，也会发生振幅调制的情况，不过此时是以滚动体的公转频率进行振幅调制。

4．轴承偏心

当滚动轴承的内圈出现严重磨损等情况时，轴承会出现偏心现象，当轴旋转时，轴心(内圈中心)便会绕外圈中心振动摆动。

(四) 滚动轴承的振动测量

1．测点位置的选择

不同机型轴承安装的方式和结构是不同的。有的轴承安装在轴承座上，而轴承座是外露的，测点(即传感器)应布置在轴承座上。有的装在机械内部，或直接装在箱体上，测点应选在与轴承座连接刚度较高的地方或箱体上的适当位置。

总之，测点选择应以尽可能多地获得轴承外圈本身的振动信号为原则。

注意：如果定期巡回监测，则每次测量时测点的位置要一致，这样采得的数据才具

有可比性。

2．测点方向的选择

测量方向应根据轴承的承载情况来考虑。如果轴承受径向载荷，则应测量径向振动；如果轴承承受轴向载荷，应测量轴向振动；如果轴向同时承受径向和轴向荷载，则一般应同时在两个方向布置传感器。

传感器应尽可能布置在载荷密度最大的地方，以保证获取尽可能大的轴承本身的振动信号。

3．测量标准的确定

(1) 绝对标准。绝对标准是在规定了正确的测量方法后而制订的标准。它包括国际标准、国家标准、部颁标准、行业标准和企业标准等。使用绝对标准，必须用相同仪表、在同一部位、按相同条件进行测量。选用绝对标准，必须注意掌握标准适用的频率范围和测量方法等。

(2) 相对标准。相对判断标准是对同一部位定期进行测量，并按时间先后进行比较，以正常情况下的值为基准值，根据实测值与基准值的倍数比来进行判断的方法。对于低频振动，通常规定实测值达到基准值的 1.5～2.0 倍时为注意区，约 4 倍时为异常区；对于高频振动，当实测值达到基准值的 3 倍时为注意区，6 倍左右时为异常区域。

(3) 类比标准。类比标准是指对若干个同一型号的轴承在相同的条件下同一部位进行振动监测，并将振值相互比较进行判别的标准。

需要注意的是，绝对判定标准是在标准和规范规定的检测方法的基础上制定的标准，因此必须注意其适用频率范围，并且必须按规定的方法进行振动检测。适用于所有轴承的绝对判定标准是不存在的，因此一般都是兼用绝对标准、相对标准和类比标准，这样才能获得准确、可靠的诊断结果。

二、齿轮箱振动故障监测与诊断

齿轮传动具有结构紧凑、效率高、寿命长、工作可靠和维修方便等特点，所以在运动和动力传递以及变更速度等各个方面得到了普遍应用。

齿轮传动也有明显缺点，由于其特有的啮合传力方式造成两个突出的问题：一是振动、噪声较其他传动方式大；二是当其制造工艺、材质、热处理、装配等因素未达到理想状态时，常成为诱发机器故障的重要因素，且诊断较为复杂。

(一) 齿轮箱的失效原因与振动诊断

齿轮传动多以齿轮箱的结构出现。齿轮在运动中若产生故障，温度、润滑油中磨损物的含量及形态、齿轮箱的振动及辐射的噪声、齿轮传动轴的扭转和扭矩、齿轮齿根应力分布等，都会从各自角度反映出故障信息，但是由于现场测试条件及分析技术所限，有些征兆的提取与分析不易实现，有些征兆反映的状态情况不敏感。相对来讲，齿轮箱的振动与噪声(尤其是振动)是目前公认的最佳征兆提取量，它对运行状态的反映迅速、真实、全面，能很好地反映出绝大部分齿轮故障的性质范围，所以振动诊断在齿轮的故障中占有重要的地位。

(二) 齿轮箱的失效形式和原因

在齿轮箱的各类零件中，失效比例分别为：齿轮 60%，轴承 19%，轴 10%，箱体 7%，紧固件 3%，油封 1%。由此可看出，在所有零件中，齿轮自身的失效比例最大。

1．由制造误差引起的缺陷

制造齿轮时通常会产生偏心、齿距误差、基节误差、齿形误差等几种典型误差。偏心指齿轮基圆或分度圆与齿轮旋转轴线不同轴的程度；齿距误差指齿轮同一圆周上任意两个齿距之差；基节误差指齿轮上相邻两个同名齿形的两个相互平行的切线间，实际齿距与公称齿距之差；齿形误差指在齿轮工作部分内，容纳实际齿形的两理论渐开线齿形间的距离。当齿轮的这些误差较严重时，会引起齿轮传动中忽快忽慢的转动，啮合时产生冲击引起较大噪声等。

2．由装配误差引起的故障

由于装配技术和装配方法等原因，通常在装配齿轮时会造成“一端接触”和齿轮轴的直线性偏差(不同轴、不对中)及齿轮的不平衡等异常现象。

3．运行中产生的故障

齿轮运行一段时间后才产生的故障，主要与齿轮的热处理质量及运行润滑条件有关，也可能与使用不当或制造误差或装配不良有关。根据齿轮损伤的形貌和损伤过程或机理，故障的形式通常为齿的断裂、齿面疲劳、齿面磨损或划痕、塑性变形四类。

4．滚动轴承的失效

滚动轴承是齿轮箱中最常见也是最易损坏的零件之一，它的破坏形式很复杂，主要有磨损失效、疲劳失效、磨损失效、压痕失效、断裂失效和胶合失效。

(三) 齿轮箱振动诊断分析方法

1．时域平均法

其原理是在检测信号中消除噪声干扰。此方法应用于故障分析的要点是：①要有两个检测信号，一是振动信号，二是转轴旋转的时标信号；②光滑滤波；③如需对传动链中每一个齿轮进行监测，则需根据每个齿轮的周期更换时标。

2．频谱分析法

将测得的齿轮加速信号进行频谱分析，从频谱图上看齿轮的啮合频率及其各阶谐波的幅值变化情况，从而判断有误故障。

3．倒频谱分析法

倒频谱方法用于齿轮故障边频带的分析具有独特的优越性，它的主要特点是受传输途径的影响很小，在功率谱中模糊不清的信息在倒频谱中却一目了然，且倒频谱能较好地检测出功率上的周期成分，使之定量化。

4．其他分析法

上述几种方法是齿轮箱故障检测的常用方法，但仅仅应用这些方法还不够，这是因为齿轮箱的局部故障对振动的影响往往是短促的、脉冲式的，它既改变振动信号的振幅，也使信号相位发生突变。因此，必须重视相位信号，应用时序模型、频率调解等方法来解决。

齿轮箱监测主要方法可分为油液监测和振动监测。在实际工作中，振动监测对齿轮箱的工作状态作用较油液监测明显。红外测温虽然简易，但机械发生故障的征兆往往是装备的局部或整体温度升高，这种测量方法在对装备故障的初期诊断是一种有效手段。

案例 1

德国《商报》网站 2014 年 4 月 2 日报道：宝马在中国召回 23.2 万辆汽车。

因为发动机固定螺栓设计缺陷，宝马公司将在中国召回 23.2 万辆汽车。公司发言人周三说，受影响的是 2009 年 6 月至 2013 年 6 月生产的 6 缸汽油发动机汽车。从小型的 1 系列到大型的 X6 和 Z4 跑车都存在发动机可变气门正时系统外壳上的螺栓断裂的风险。这在最坏换的情况下可能会损坏发动机。宝马公司称，中国国家质检总局责令其召回，但问题汽车要到 6 月才被召回工厂。

受影响的既包括和中国合作伙伴华晨公司共同生产的汽车，也包括进口汽车。在出现了一系列的投诉后，宝马公司 3 月中旬曾宣布过在中国召回汽车。该公司发言人说，目前正在审议召回行动是否将扩大到其他国家。

与其他大型汽车制造商一样，宝马公司也一再召回大量汽车，该公司历史上最大规模的召回行动甚至涉及 130 万辆汽车。根据统计，这家总部位于慕尼黑的高级轿车制造商经常位列缺陷率最高的公司之一。总体而言，汽车行业的召回车辆在增加，因为厂家出于成本原因而在生产中越来越多地使用相同的低成本部件，并在汽车上安装越来越多的电子产品。

复习思考题

1. 设备故障是如何进行分类的？
2. 设备故障产生的原因是什么？
3. 什么是设备诊断技术？设备诊断基本技术有几种？
4. 设备监测的方法有哪几种？

第六章 设备磨损与润滑管理

磨损是设备失效的主要原因之一，而设备润滑是防止和延缓零部件磨损和其他失效形式的主要手段之一。润滑管理是设备管理的重要基础工作，是设备“管、用、养、修”中至关重要的环节。设备润滑不当必将加速设备磨损，造成设备故障和事故频繁，加速设备技术状态劣化。

第一节 磨损及其类型

物体工作表面的物质，由于表面相对运动而不断损失的现象叫磨损。

机械零件正常运动的磨损过程一般分为三个阶段：

(1) 跑合阶段(又称磨合阶段)，新的摩擦副表面具有一定的粗糙度，真实接触面积较小，跑合阶段，表面逐渐磨平，真实接触面积逐渐增大，磨损速度减缓。

(2) 稳定磨损阶段，这一阶段磨损缓慢稳定。

(3) 剧烈磨损阶段，磨损速度急剧增长，机械效率下降，功率和润滑油的损耗增加，精度丧失，产生异常噪声和振动，摩擦副温度迅速升高，最终导致零件失效。

一、磨损的类型

根据磨损的破坏机理及机械零件表面磨损状态，磨损可大体分为以下几种类型：

黏着磨损：摩擦副相对运动时，由于固相焊合，接触表面的材料从一个表面转移到另一个表面的现象叫做黏着磨损。

磨料磨损：硬的颗粒或硬的突起物，在摩擦过程中引起材料脱落的现象叫做磨料磨损。

表面疲劳磨损：两接触表面作滚动或滚动滑动负荷摩擦时，在交变接触压应力作用下，使材料表面疲劳而产生物质损失的现象叫做表面疲劳磨损。表面疲劳磨损分为扩展性和非扩展性两种。

腐蚀磨损：在摩擦过程中，金属同时与周围介质发生化学或电化学反应，产生物质损失，这种现象称为腐蚀磨损。

影响磨损的因素主要有以下五点：

(1) 润滑对磨损的影响。润滑对减小机器零件磨损具有重大的意义，在摩擦表面建立液体摩擦后，摩擦系数可降低到原来的几十分之一至几百分之一，在摩擦表面建立液体摩擦是减少磨损的主要措施。

(2) 零件表面层材料的性质对磨损的影响。零件表面层材料的硬度、韧性、化学稳定性和孔隙度是影响磨损的主要因素，增加硬度可以提高材料表面层的耐磨性，增加韧性可以防止或减少磨粒的产生，增加化学稳定性可以减少腐蚀磨损，增加孔隙度可以蓄集润滑剂，减少机械磨损，提高零件的耐磨性。

(3) 零件表面加工质量对磨损的影响。零件表面的加工质量越高，即不平度越小，一般来说对提高耐磨性是有利的，但是固有光滑的表面不一定具有最好的耐磨性，因为表面过于光滑，使润滑油不能形成均匀的油膜(形成球状油滴)，反而使耐磨性变坏。

(4) 零件的工作条件对磨损的影响。零件的工作条件是指单位面积的负荷、相对运动的速度和摩擦面运动的性质等。通常单位面积负荷增大会使零件的磨损速度增加。零件相对运动速度对磨损的影响较复杂，当摩擦表面为液体摩擦时，相对运动速度增大，磨损减少，零件运动速度对磨损影响最大是发生在机器启动和制动时，因为这时零件运动速度突然改变，往往会发生边界摩擦、半干涸半液体摩擦，甚至发生干摩擦，所有机器启动和制动次数越多，零件磨损就越大。另外，零件摩擦表面的相对运动不同，表面磨损的分布也不同。

(5) 安装修理的质量对磨损的影响。摩擦组合件经修理调整后若装配不好、配合面不平整、配合间隙过大或过小等，都会使磨损迅速增加，最后导致事故磨损和损坏，因此为延长组合件的寿命，必须保证安装和修理的质量。

二、磨损的管理

磨损管理的目的在于预防设备磨损、过度磨损甚至报废，减少机械设备因磨损造成的损失，减少零部件的修理和更换，延长设备的使用寿命，提高设备劳动生产率。

磨损管理的基本任务是：正确地选择和使用好润滑剂和润滑装置，及时、合理地润滑设备，改善设备磨损曲线，防止设备发生磨损故障，使设备经常处于良好的技术状态，保证生产顺利进行。

磨损管理的主要内容：

(1) 选择合理的润滑剂和润滑装置。

(2) 保证零部件接触面的尺寸精度和形位误差。

(3) 保证零部件接触面的粗糙度。

(4) 减少零部件接触面的压强。

(5) 实行设备润滑区域负责制，避免设备干摩擦现象发生。

(6) 加强技术培训，提高维修人员技术水平。

第二节　润滑和润滑的机理

把一种具有润滑性能的物质加到机体摩擦面上，达到降低摩擦和减少磨损的手段称为润滑。

一、润滑剂的分类

凡是有降低摩擦阻力作用的介质都可以作为润滑剂，在各种机器及设备中所使用的润滑剂有气体的、液体的、半液体(也可叫半固体)和固体的，常用的润滑剂有以下类型：

(1) 液体润滑剂(矿物油系润滑油、合成油系润滑油、水基润滑剂)。

(2) 半液体润滑剂(有机脂、无机脂)。

(3) 固体润滑剂(软金属、金属化合物(如二硫化钼)、其他无机物(如石墨)、有机物质)。

(4) 气体润滑剂(空气、氮气、氦气等)。

润滑材料应具备以下一些基本要求：

(1) 较低的摩擦系数，使之减少摩擦副之间的运动阻力和设备的动力消耗，从而降低磨损的速度，提高设备的使用寿命。

(2) 良好的吸附和楔入能力(即具有较好的油性)，以便能较好地渗入摩擦副微小的间隙内，并牢固地黏附在摩擦表面上，不至由于运动形成的剪切力所刮掉。

(3) 一定的黏度，以便在摩擦副之间结聚成油楔，能够抵抗较大的压力而不被挤出。

(4) 较高的纯度与抗氧化安定性，不产生研磨现象和腐蚀性，不致因迅速与水或空气作用产生酸性物或胶质沥青而使润滑剂变质。

此外，理想的润滑材料还应有较好的导热能力、较大的热容量、可靠的防锈和密封作用以及良好的洗涤作用。

二、润滑剂的作用

在机械设备摩擦副相对运动的表面加入润滑剂的目的是降低摩擦阻力和能源消耗，减少表面磨损，延长使用寿命，保证设备正常运转。润滑剂的具体作用表现在以下几个方面：

(1) 降低摩擦。在摩擦副表面加入润滑剂后形成的润滑膜将摩擦表面隔开，使金属表面间的摩擦转化为具有较低抗剪切强度的油膜分子之间的内摩擦，从而降低摩擦阻力和能源消耗并使摩擦副运转平稳。

(2) 减少磨损。在摩擦副表面形成的润滑膜可降低摩擦并支持载荷，因此可以减少表面磨损及划伤，保持零件的配合精度。

(3) 冷却降温。采用液态润滑剂的循环润滑系统可以把摩擦产生的热量带走，降低机械运转摩擦发热造成的温度上升。

(4) 防止腐蚀。摩擦表面的润滑剂膜覆盖在摩擦面上有隔绝空气、水蒸气及其他腐蚀性其他的作用可防止摩擦表面被腐蚀或生锈。

(5) 传递作用力。某些润滑剂(如液压油)可以做力的传递介质，把冲击振动的机械能变成液压能。

(6) 减震作用。吸附在金属表面上的润滑剂由于本身的应力小，在摩擦副受到冲击时

能够吸收冲击震动的机械能，起到减震、缓冲作用。

(7) 绝缘作用。矿物油等润滑剂有很高的电阻，因此可作为电绝缘油、变压器油。

(8) 清洗作用。随着润滑油的循环流动可把摩擦表面的污染物、磨屑等杂质带走，再经过过滤器滤除。

(9) 密封作用。润滑剂对某些外露零部件形成密封，防止冷凝水、灰尘及其他杂质入侵，并使气缸和活塞之间保持密封状态。

润滑油和润滑脂有一个重要物理特征，减少它们的分子能够牢固地吸附在金属表面形成一层薄薄油膜的性能(这种性能又被称为油性)，这种薄薄的油膜称为边界油膜。边界油膜的形成是因为润滑剂是一种表面活性物质，它能与金属表面发生静电吸附，并产生垂直方向的定向排列，从而形成牢固的边界油膜。边界油膜一般只有 0.1～0.4 μm，虽然很薄，但在一定的条件下，能承受一定的负荷而不致破裂。在两个边界油膜之间的油膜称为流动油膜，完整的油膜是由边界油膜和流动油膜两部分组成。这种油膜在外力作用下与摩擦表面结合很牢固，可以将两个摩擦表面完全分开，使机件表面的机械摩擦转化为油膜内部分子之间的摩擦，从而减少了机件的摩擦和磨损，达到润滑的目的。

润滑油在使用过程中注意事项：

(1) 控制油温。为了防止油温过高，应把油温控制在工作温度的最低点。有润滑油冷却器的系统，应经常注意调节冷却水，没有冷却水的系统，也应注意油箱的散热。

(2) 防止水、气、尘杂等有害物质的漏入。应设法禁止漏入乳化液、燃料油、尘杂混入，应注意及时过滤。

(3) 加强润滑管理，采取防劣化措施。润滑油的管理，要有专人负责。未经主管工程师批准或未经混用试验，不得随便混油。润滑系统要保持清洁密闭。油箱内壁不能涂油漆，也不能用铅、铜或红铅等油溶性物质做密封材料。换新时，油箱、管线及润滑部位一定要冲洗干净，防止旧油中残留下来的变质组分污染新油。润滑系统要配备净油设备，油品在使用过程中要注意质量跟踪，发现问题，及时采取措施。

三、润滑管理

润滑管理的目的在于预防设备润滑故障，减少机械设备停车造成的损失和提高生产，节约保养劳务费和减少零件更换，延长设备的使用寿命，减少固定资产投资，减少润滑剂的消耗量，节约购买润滑剂的费用。搞好设备润滑管理故障是企业提高经济效益的重要途径，也是现代化企业管理的一项重要内容。

润滑管理的基本任务是：正确地选择、使用好润滑剂，及时、合理地润滑设备，防止设备发生润滑故障，使设备经常处于良好的工作状态，保证生产顺利进行；同时还要做好润滑剂的保管及定额消耗工作、废油回收利用工作；保证企业增产增收，提高经济效益。

润滑管理的主要内容：

(1) 建立切实可行的管理机构和规章制度，根据需要设置润滑站，配备专职或兼职的润滑工作人员。订立各级人员的岗位责任制。

(2) 制定设备润滑的技术标准，执行“定点、定质、定期、定量、定人”五定工作规范。编制各类型设备润滑表，发至每台设备使用。润滑图表要力求简明、准确、统一。另外，还要建立各种技术操作规程，安全技术规程等。

(3) 控制润滑材料的购、储、用全过程。监督油脂按计划的品种、数量、质量及时供应；掌握库存油料，要求按定额发给各车间或单台使用，及其回收废旧油料。要定出全厂统一的代表各种油料牌号的颜色，便于区别、防止混杂。

(4) 开展润滑技术培训。培养润滑工是润滑管理的第一步。要根据工程的实际情况规划对润滑工进行教育培训。教育培训的内容有润滑基础知识和使用方法、供油方法、润滑技术问题的解答，以及工厂的润滑技术管理制度等。

(5) 加强对润滑系统工作状态的检查，经常进行记录。对重要设备应作定期检修，以保证油路畅通，油压及油量适宜，各种分油器、滤油器、压力继电器和流量保险联锁装置等灵活可靠。所有设备均应单独设立换油记录卡片。

(6) 制定各种机型润滑材料消耗定额。定额包括表面加油消耗定额、油箱正常消耗、月添油定额。同时，要治理设备漏油，这是一项重要而艰难的任务，有相当的机械设备(约1/4～1/3)存在漏油问题，要坚持防治。

(7) 不断地学习应用国内润滑新技术，试验、推广新润滑材料与润滑方式，以不断地提高润滑效果，适应日益提高的机械性能的需要，还要采用新科学成就，对重要设备的运行状态定期监测。

(8) 做好废旧油料的回收与再生利用工作。

(9) 润滑管理效果的评价与改善。为了不断总结提高，必须知道实行润滑管理的效果怎样反映到提高生产和降低成本上，把实行润滑管理前后的设备保养费、润滑剂等润滑有关经费、机械运转率等加以对比，从中看出润滑管理效果，并且进一步完善提高。

四、润滑的类型

按照摩擦副表面润滑状态，可把润滑类型分为流体润滑、边界润滑和混合润滑。

1．流体润滑

流体润滑是在两摩擦面之间加有液体润滑剂，润滑油把两摩擦面完全隔开，变金属接触干摩擦为液体的内摩擦。流体润滑的优点是液体润滑剂的摩擦系数小，通常为0.001～0.01。实现流体润滑，必须具备以下三个条件：

(1) 摩擦表面间必须有相对运动。

(2) 顺着表面运动的方向，油层必须成楔形。

(3) 润滑油与摩擦表面必须有一定的附着力，润滑油随摩擦表面运动时必须有一定的内摩擦力，即必须有一定的黏度。

2．边界润滑

当机械运动速度很低，而摩擦表面承受的载荷又很大时，即使使用黏度很大的润滑油，也很难使 G 值大到足以在摩擦表面间形成完整的油层，以达到保证流体润滑的程度。

此时流体润滑膜遭到破坏后，在接触面上仍然存在一层极薄(约为 0.01 μm)的油膜，这一层油膜和摩擦表面之间具有特殊的结合力，形成“膜”，从而在一定程度上继续保护摩擦表面的作用，这种润滑状态称为边界润滑，所生成的膜叫边界膜。由于边界膜的厚度很小，摩擦表面形貌的表层性质对润滑情况将会有很大影响。

3．混合润滑(或称半流体润滑)

摩擦面上所形成的润滑膜局部遭到破坏，油即不均匀又不连续，使摩擦面上同时出现流体润滑、边界润滑和干摩擦的润滑状态叫做混合润滑。产生半流体润滑的主要是载荷过大，或速度、载荷变化平缓，选用油品不当，以及摩擦面粗糙等原因所致。

以上三种润滑状态，在机器工作中实际是经常互相转换，其情况是随润滑油量、油性及油品黏度等条件的变化而转换的。所以，通常采取提高油量及压力，提高油性，选用适宜的黏度来实现良好的润滑状态。

五、润滑故障的主要表现形式

润滑故障是机械设备运转时出现的一种现象，其主要的表现形式及其原因如下。

1．机械运转不灵

机械运转时，运动迟滞，速度不匀，不能平稳地工作，而且动力消耗大。因此产生振动和噪声，同时电动机过热，达不到要求的转动速度，如果为此而改用大功率电动机，则机械将过度发热，传动装置(皮带、齿轮等)和轴承将受到损伤。其主要原因如下：

(1) 摩擦部分时间或安装不当。摩擦部分的间隙过小，而摩擦力太大。或反之，间隙过大，也会造成冲击和润滑状态不良，致使摩擦增大而运转不稳定。此外对摩擦部分供应的润滑剂不足，润滑不良而使运转状态恶化。这些情况有的是因为机械设计不当；有的是因为加工或装配不好而造成的。

(2) 摩擦部分的材料及其组合不当，或润滑剂选择不适当时，也会造成运动不稳定，而且容易引起咬粘或胶合等损伤。

(3) 有异物混入。当尘土或沙子等磨料固体异物从外部侵入时，因其嵌入摩擦部分而使运动受阻。摩擦部分的间隙和油膜厚度为几微米至几十微米，与此相比，浮游在空气中的尘土通常都达到几十微米至 100 μm，而且它们的硬度极高，因此在阻碍运动的同时，引起显著的磨损。

(4) 摩擦部分的损伤，如果齿轮、轴承、进给丝杠和导轨面等摩擦部分发生磨损、咬粘、剥落等损伤，运动状态将恶化。

2．产生振动和噪声

机械在运转时会产生不正常的振动和噪声，导致机械的性能降低和环境恶化，在最严重的情况下会造成机械过早地损坏，其原因也有与润滑有关的。

3．温度过高

比正常运转的摩擦力增大，以致摩擦部分的温度显著升高。在无外热的情况，如轴

承或油箱油温超过 80℃时，应引起严密的注意。此时机械摩擦部位内部的温度可能还高出几十度，甚至有润滑油烧焦的臭味和冒烟。其原因有以下几点：

(1) 摩擦部位阻力太大，强行继续运转而强烈发热。

(2) 摩擦阻力大，除由于机械运转恶化情况外，还有应润滑油黏度大，流动性差而散热不良，以致产生的热量不能及时散出机外。

(3) 摩擦润滑部位的散热条件不良，轴瓦气温高或通风不良，以致摩擦发生的热量不能随时散出。

(4) 由于运转时发热，机械发生热变形和热膨胀，使摩擦部分配合精度失常，从而促进了发热。

4．机械不能运转

机械运转中突然停止或不能再启动，除了驱动力——电动机故障外，还有因机械中产生异常阻力，摩擦部分发生咬抱所造成。其原因有：

(1) 摩擦部分发生损伤，以致发生咬抱。

(2) 摩擦部分有土、砂或尘埃等异物和来自其他部分的碎屑进入，以致卡死。

(3) 随着温度过度升高，摩擦部分的状态显著恶化，或发生咬粘。

案例

某厂现场吊布使用的吊钩与方钢配合使用次数多且两者硬度高、承载重、冲击力大，加之磕磕碰碰，磨损较快，易在吊钩使用面形成凸凹不平、深浅不一的小沟槽，方钢在接触面上易倾斜，吊布不稳，易导致事故发生。故一旦吊钩出现此情况，就需要更换新的，旧吊钩随之报废。维修工人们面对这些不禁心里盘算：一对吊钩价值 400 元，如果用电焊机焊补平整、修复一下不就可以使用了吗？于是，维修工人们先把磨损面堆焊起来，后用砂轮机把使用面打磨平，除去周围毛刺，再用砂纸打磨光滑。就这样一对平整如新的吊钩被他们从垃圾堆中捡了回来！每年，他们共修复吊钩 20 余次，节约费用达 8000 余元。但是，保全师傅们的做法是错误的！按照国家标准规定：吊钩危险断面的磨损量达到原尺寸的 10%时，应报废；不超过报废标准的，可以继续使用或降低载荷使用。但不允许用焊条补焊后再使用！

复习思考题

1．什么是设备磨损？设备磨损有几种类型？

2．润滑剂的类型有哪几种？

3．什么是设备的润滑？设备润滑的机理是什么？

第七章　设备档案管理

第一节　设备档案管理的重要性

设备档案是指设备从规划、设计、制造、安装、调试、使用、维修、改造、更新直至报废的全过程所形成的图纸、文字说明、凭证和记录等文件资料，通过收集、整理、鉴定等工作归档建立起来的动态系统资料。设备档案是设备制造、使用、修理等项工作的一种信息方式，是设备管理与维修过程中不可缺少的基本资料。

企业设备管理部门应为每台主要生产设备建立设备档案，对精密、大型、重型、稀有、关键、重要的进口设备，以及起重设备、压力容器等设备档案，要重点进行管理。

第二节　设备档案内容

设备档案汇集并积累了设备一生的技术状况，为分析、研究设备在使用期间的使用状况、探索磨损规律和检修规律、提高设备管理水平、对反馈制造质量和管理质量信息，均提供了重要依据。

属于设备档案的资料有：

(1) 设备计划阶段的调研、经济技术分析、审批文件和资料；

(2) 设备选型的依据；

(3) 设备出厂合格证和检验单；

(4) 设备装箱单；

(5) 设备入库验收单、领用单盒开箱验收单等；

(6) 设备安装质量检验单、试车记录、安装移交验收单及有关记录；

(7) 设备调动、借用、租赁等申请单盒有关记录；

(8) 设备历次精度检验记录、性能记录和预防性试验记录等；

(9) 设备历次保养记录、维修卡、大修理内容表和完工验收单；

(10) 设备故障机理；

(11) 设备事故报告单及事故修理完工单；

(12) 设备维修费用记录；

(13) 设备封存和启用单；

(14) 设备普查登记表及检查记录表；

(15) 设备改进、改装、改造申请单及设计任务通知书。

设备说明书、设计图样、图册、底图、维护操作规程、典型检修工艺文件等，通常都作为设备的技术资料，由设备资料室保管和复制供应，均不纳入设备档案袋管理。

设备档案资料按每台单机整理，存放在设备档案内，档案编号应与设备编号一致。设备档案袋由设备动力管理维修部门的设备管理员负责管理，保存在设备档案柜内，按编号顺序排列，定期进行登记和资料入袋工作。企业对每台设备都应建立一本设备台账，在台历的封面应注明：所在位置(厂或车间)、设备类别、设备名称、资产编号、建立日期等。

设备台账中一般应包含如下内容：

(1) 设备性能的主要参数；

(2) 设备系统示意图、传动图；

(3) 设备基本情况(型号规格、制造厂家、出厂年月、安装日期、投产日期、原值等)；

(4) 设备调转情况；

(5) 设备使用人(操作者)变动记录；

(6) 设备润滑(加油部位、冬夏油品名称、加油周期、耗量等)；

(7) 轴承；

(8) 主要备件和材料；

(9) 设备评比记录；

(10) 检修周期表；

(11) 设备大维修记录；

(12) 设备检查、维护、检修记录；

(13) 主要轴承、备件更换记录；

(14) 电机；

(15) 减速器；

(16) 重大设备隐患记录；

(17) 主要设备事故记录；

(18) 机、电、液、气等调试记录；

(19) 设备历年完成任务及效率；

(20) 设备技术改造记录。

第三节　设备档案管理的内容

设备档案资料的搜集，指搜集与设备活动有直接关联的资料。如设备经过一次修理后，更换和修复的主要零部件的清单、修理后的精度与性能检查单等，对今后研究和评价设备的活动有实际价值，需要进行系统的搜集。

资料的整理，指对搜集的原始资料，要进行去粗取精、删繁就简地整理与分析，使进入档案的资料具有科学性与系统性，提高其可用价值。

资料的利用，只有充分使用，才能发挥设备档案的作用。为了实现这一目的，必须

建立设备档案的目录和卡片，以方便使用者查找与检索。

设备档案资料按单机整理存放在设备档案袋内，设备档案编号应与设备编号一致。设备档案袋由专人负责管理，存放在专用的设备档案柜内，按编号顺序排列，定期进行登记和入档工作。同时还应做到：

(1) 明确设备档案的具体管理人员；

(2) 按设备档案归档程序做好资料分类登记、整理、归档；

(3) 未经设备档案管理人员同意，不得擅自抽动设备档案，以防失落；

(4) 制订设备档案的借阅办法；

(5) 加强重点设备的设备档案管理工作，使其能满足生产维修的需要。

图纸是现场工程人员的语言，对其要进行规范管理，使其充分发挥现场使用检修中的指导意义，因此在管理中应注意以下几点：

(1) 总图、装配图、部件图和零件图要统一完整。

(2) 原图、底图和蓝图管理明确，避免造成图纸缺失。

(3) 对于结构简单，或许自制装配的设备，要有全套图纸。

(4) 无论是设计还是测绘图纸，都应符合机械制图国家标准。当设备改革后，必须立即绘制新图，抽掉旧图。

(5) 由于备件图纸使用频繁，图纸管理工作量大、技术性强，所以平时要注意对图纸的收集、保管和修改工作。

复习思考题

1. 什么是设备档案？设备档案管理的重要性表现在哪些方面？
2. 设备档案的主要内容包括哪些方面？
3. 设备档案管理的主要内容包括哪些方面？

第八章　设备信息化管理

在现代设备管理中，需要用计算机对各种数据进行储存分类、统计计算和编制预算，如投资规划、生产过程监测、维护记录、故障状态、停机工时、修理费用、备件库存、设备残值等。设备管理过程中大量应用计算机技术，将有利于现代设备管理水平的进一步提高。

设备信息管理是实现设备管理现代化的重要手段之一。要对设备实行有效管理，就要求对设备寿命周期中发生的纷纭复杂的数据信息及其相互关系，进行有计划、系统的处理。积极有效地运用电子计算机进行辅助管理，可为企业领导和设备有关人员及时提供有用的信息资源，使设备的运行处于有效的控制之中，能按照企业的目标要求，优质高效地完成企业的生产任务和利润指标。

第一节　设备信息管理简介

设备信息管理系统就是利用计算机技术将对设备的一生进行信息管理。主要实现前期管理、档案管理、设备使用、设备状态监测、设备维修、后期管理、技术改造、新技术应用、技术培训、事故管理、润滑管理、统计报表、综合查询等功能，包括了设备管理的全部内容，满足设备管理工作的需要，实现了设备管理信息的自动化和网络化。

由于实现了设备管理信息的自动化和网络化，所以设备管理信息系统能够为用户提供充足的信息和快捷的查询手段。这些信息有助于公司在购置、报废和使用设备时最有效地做出正确的决策，它的内容对于企事业单位的决策者和管理者来说都至关重要，成为一个企事业单位不可缺少的部分。

设备信息管理系统的功能包括以下方面。

1．电子台账管理

系统设有六大电子台账：

(1) 设备基本台账：记录设备基本配置信息，分三级台账进行明晰化管理。

(2) 设备配件台账：记录设备相关配件、备件、零件储备信息。

(3) 设备维修台账：记录设备历次维修信息，建立完整的设备维修档案资料库。

(4) 设备校验台账：记录设备历次校验信息，建立完整的设备校验档案资料库。

(5) 设备报废台账：记录设备更换报废信息，建立完整的设备更换报废档案资料库。

(6) 设备事故台账：记录设备历次发生事故信息，建立完整的设备事故鉴定档案资料库。

2．技术资料管理

系统设有四大资料体系：

(1) 设备图片资料：针对具体设备，建立完备的各类图片资料库，数量、格式、幅面不限。

(2) 设备图纸资料：针对具体设备，建立完备的技术图纸资料库，数量、格式、幅面不限。

(3) 设备技术手册：针对具体设备，建立完备的技术手册资料库，数量、格式、幅面不限。

(4) 设备视频资料：针对具体设备，建立完备的相关视频资料库，数量、格式、幅面不限。

3．定期校验管理

(1) 对于“计量设备”以及需要定期校验的特殊设备，系统设有完备的定期校验预告体系。

(2) 可以在任何一个给定的期限范围之内，自动提供校验计划。

(3) 对于临时性的强行校验需求，系统设有“强行校验申请”机制。

(4) 对于具体设备的历次校验费用可以进行详细记录。

4．保养维修管理

(1) 对于设备日常维护保养，系统设有完备的保养维护预告体系。

(2) 可以在任何一个给定的期限范围之内，自动提供保养维护计划。

(3) 对于临时性的抢修需求，系统设有“设备抢修申请”机制。

(4) 对于具体设备的维护保养费用、历次维修费用、零件配件更换费用可以进行详细记录。

5．事故鉴定管理

(1) 系统设有完备的设备责任事故鉴定体系，完整保存设备历次发生事故的鉴定质量信息。

(2) 对于责任事故所造成的“直接损失”和“间接损失”，能够详细记录在案，并且能够以财务统计报表的形式反映出来。

6．更换报废管理

系统完整保存设备零配件历次更换报废资料信息。对于设备报废时所保留的“残值”以及报废所需“处理费用”能够详细记录在案，能够以财务统计报表的形式反映出来。

7．配件备件管理

(1) 对设备相关配件、常用备件、易损零件等进行详细管理。

(2) 对设备相关配件、常用备件、易损零件等所“占用资金”情况详细记录在案，而且能够以财务统计报表的形式反映出来。

8．业务查询管理

系统的业务查询功能检索线条粗到“总体台账”，细到具体设备“信息卡”。操作方法规范、简单、明了、人性化。所有查询结果均可以报表的形式直接送往打印机输出。

第二节　设备运行状态信息管理

设备运行状态信息的收集、整理、传递、保存等是这样实现的。

设备运行状态信息管理的主要功能：

(1) 对设备的日常运行参数进行实时的记录监测，将设备生产能力数据提供给生产系统。

(2) 对设备的运行状态参数(如监测点的温度、位移、振动情况、润滑油、冷却水的压力、温度等)进行实时监测，超过设定的极限值进行自动报警，并将升级传输给状态评估模块，对设备状态进行综合评估，有异常时，故障诊断模块可以进行初步的故障诊断。

(3) 对设备的能源消耗、环保监测数据的记录、分析及评估。

(4) 设备综合效率指标的统计计算(如有效作业率、故障停机率、设备利用率等)。

(5) 综合评估模块调用辅助决策系统对设备的整体性能包括生产能力是否达标(功率、承载等)、设备的运行状态以及设备的节能、环保等进行综合评估，并形成趋势分析报告。

第三节　设备备件信息化管理

备件管理的一般流程为供货商将备件送至库房，库房管理人员负责与采购合同核对，并对备件质量进行检验，合格后办理入库手续，并根据备件的分类进行仓库号、货位分配。同时，将信息反馈给财务部门和采购部门。当车间领取备件时，车间提出申请，经财务部门成本确认，库房管理人员办理出库手续，并将信息反馈给财务部门。库存管理除了要对备件的来源、去向管理明晰外，最重要的是要确定合理的库存量，在保证生产的前提下，确保库存占用资金最少，并能提供迅速、准确的库存信息。

备件入库：部件到达仓库时，库房人员核对、验收后，对采购合同进行确认，系统自动生成入库单，其中包含有名称、类别、金额、入库时间、备件来源等信息，库房人员只需要对其分配仓库号、货位号、入库手续即可完成。同时，系统自动将该信息反馈给财务部门。

日常库存管理：系统定期对库存备件进行扫描判定，当发现某类备件低于库存量时，将此信息反馈到采购模块，自动生成订货信息，其数量为规定库存量与安全库存量之差。当每种库存备件盘点周期确定后，系统可自动输出到期应盘点的备件。

备件的 3A 管理是备件的重要管理方法，就是按照设备、部件或零件在生产流程，工艺流程及运动方式上承载的负荷，运动频率以及影响产品质量的程度确定的一种等级排序，最关键的为 A 类，其次为 B 类，再次为 C 类，这样就分出 AAA 到 CCC 共 27 类不同关键性等级的零备件，按照“3A”管理方法，可以实现关键的备件不短缺，不重要的备件零库存，有损耗规律和了解订货周期的备件进入优化的库存模型、无规律的备件

利用经验做法，设定上、下限方式进行管理。随着备件耗损规律和订货规律不断清晰，纳入优化模型管理的备件越来越多，库存逐渐减少，零库存备件逐渐增加，备件管理可以逐步进入一个规范的、动态的良性循环。

用计算机进行备件管理，不仅可建立企业备件总台账，从而减轻日常记录、统计、报表的工作量，更重要的是可以随时查询并及时提供备件储备量和资金变动等信息，为备件计划管理、技术管理和经济管理提供可靠的依据，在保证供应的前提下实现备件的经济合理储备。

1. 建立计算机备件管理信息系统应注意的问题

(1) 在系统设计时，必须站在身边综合管理的高度，将备件管理信息系统视为身边综合管理信息系统的子系统之一，应考虑与设备资产管理、故障管理、维修管理信息系统的协调，具体程序中名称符合的统一，数据共享等因素。

(2) 应着眼于备件动态管理，备件明细表中所列项目应全面考虑动态管理的需要。如 3A 的应用、各类备件使用规律、经济合理的备件储备量研究、缩短备件资金周转的途径等。

2. 建立计算机辅助备件管理信息系统的准备工作

(1) 加强备件管理基础工作，建立备件“五定”管理(“五定”的内容为：①定储备品种和储备性质；②定货源和订货周期；③定最大、最小储备量；④定订货点和订货量；⑤定储备资金限额和平均周转期)、四号定位、五五码放等，健全并编制备件管理的各种统计报表、卡片、单据等，以便科学地、有准备地、全面地收集各种信息数据并输入计算机。

(2) 对所有备件进行编号，每种备件都有两个编号：流水编号和计算机识别号。

备件的流水编号按备件入账的先后顺序进行编号，每种备件的流水编号是唯一的，一个流水编号代表一种备件。

备件是计算机识别号中含有“使用部门信息”、“所属识别信息”、“备件图号或件号信息”等，供计算机对备件进行统计、分类、汇总、排序使用。

(3) 在领料单据中增加一项备件流水编号，供领用时填写。

3. 计算机辅助备件管理的主要功能

(1) 备件管理信息的计算机查询、输出。

(2) 调用备件管理数据库的数据，打印下列报表：①备件库存总台账；②备件进、出库台账；③备件标签；④按设备顺序编制的《备件名称与流水编号对照表》，供维修人员、备件管理员、备件库保管员使用，以方便备件的识别、自制、订购、管理、领用；⑤给财务部门的经济指标报表；⑥季度分类统计报表；⑦备件计划月报表；⑧备件加工计划月报表；⑨备件采购计划月报表；⑩备件库存月报表。这些报表全部调用备件管理数据库的数据打印，杜绝人工抄写产生的数据错误，实现账、签、物统一。

(3) 计算机辅助备件管理还能计算下列内容：①旧账结算清理；②计算消耗金额；③计算平均储备金额；④计算储备资金周转期。

复习思考题

1. 设备信息管理有什么重要意义？
2. 设备信息管理系统的功能包括哪些内容？
3. 设备运行状态信息管理的主要功能包括哪些内容？
4. 备件3A管理的内容是什么？

参考文献

[1] 郁君平. 设备管理[M]. 北京:机械工业出版社，2001.

[2] 王汝杰，石博强.现代设备管理[M]. 北京:冶金工业出版社，2007.

[3] 沈永刚.现代设备管理[M].北京:机械工业出版社，2010.

[4] 李庆余，孟广耀. 机械制造装备设计[M].北京：机械工业出版社，2008.

[5] 秦鹏飞. 现代制造工程[M].上海：中国纺织大学出版社，1998.

[6] 杨可桢，程光蕴，李仲生. 机械设计基础[M].北京:高等教育出版社，2006.

[7] 黄志坚，高立新，廖一凡，等. 机械设备振动故障监测与诊断[M].北京：化学工业出版社，2010.

[8] 中国安全生产协会注册安全工程师工作委员会.安全生产技术[M]. 2 版. 北京：中国大百科全书出版社，2008.

[9] 中国设备监理协会. 设备工程监理导论[M].北京：中国人事出版社，2010.

[10] 中国设备监理协会. 设备工程监理合同管理[M].北京：中国人事出版社，2010.

[11] 中国设备监理协会. 设备工程监理技术与方法[M].北京：中国人事出版社，2010.

[12] 张豪. 机电一体化设备维修[M].北京：化学工业出版社，2011.

[13] 朱骥北. 机械控制工程基础[M].北京：机械工业出版社，1999.

[14] 赵家齐. 机械制造工艺学课程设计指导书[M].北京：机械工业出版社，2000.

[15] 阮宝湘. 人机工程学课程设计[M].北京：机械工业出版社，2005.

[16] 程能林. 工业设计概论[M].北京：机械工业出版社，2005.

[17] 裴仁清. 机电一体化原理[M].上海：上海大学出版社，1998.

责任编辑：刘　炯
责任校对：苏向颖
封面设计：徐　鑫

现代设备管理




定价：17.00元